

Attorney's Docket No. 460-010860-US(PAR

PATENT

G. J.  
#3 41202  
Priority Papers

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Express Mail No.: EL627432142US

Applicant(s): Jari RUOHONEN

Serial No.: 0 /

Filed: Herewith

Group No.:

Examiner:

For: THE DETERMINATION OF A REFERENCE VALUE FOR AUTOMATIC  
GAIN CONTROL OF A RECEIVER COMMUNICATING WITH A PACKET  
SWITCHED COMMUNICATION NETWORK

J1000 U.S. PTO  
10/09/263  
03/04/02

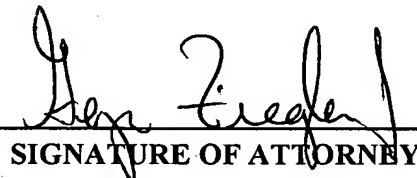
Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland  
Application Number : 20010439  
Filing Date : March 5, 2001

**WARNING:** "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)

  
SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 44,004

Geza C. Ziegler, Jr.

Tel. No.: (203) 259-1800

Type or print name of attorney

Perman & Green, LLP

Customer No.: 2512

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

Helsinki 10.1.2002

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd  
Espoo

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20010439

Tekemispäivä  
Filing date

05.03.2001

Kansainvälinen luokka  
International class

H04B

Keksinnön nimitys  
Title of invention

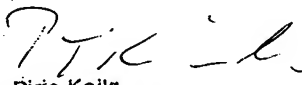
"Referenssiarvon määrittäminen pakettikytkentäiseen tiedonsiirtoverkkoon  
yhteydessä olevan vastaanottimen AGC-ohjausta varten"

Hakemus on hakemusdiaariin 09.01.2002 tehdyn merkinnän mukaan  
siirtynyt Nokia Corporation nimiselle yhtiölle, Helsinki.

The application has according to an entry made in the register  
of patent applications on 09.01.2002 been assigned to  
Nokia Corporation, Helsinki.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä  
patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,  
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the  
description, claims, abstract and drawings originally filed with the  
Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kalla  
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti-  
ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry  
No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and  
Registration of Finland.

00 6939 500

Telefax

09 6939 5328



L /

1

Referenssiarvon määrittäminen pakettikytkentäiseen tiedonsiirtoverkkoon yhteydessä olevan vastaanottimen AGC-ohjausta varten

- 5 Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaiseen menetelmään. Keksimä kohdistuu oheisen patenttivaatimuksen 24 johdanto-osan mukaiseen laitteistoon.

- 10 Langattomalla tiedonsiirtojärjestelmällä tarkoitetaan yleisesti tiedonsiirtojärjestelmää, joka mahdollistaa langattoman tiedonsiirtoyhteyden langattoman viestimen (MS, Mobile Station) ja järjestelmän kiinteiden osien välillä langattoman viestimen käyttäjän liikkuesssa järjestelmän toiminta-alueella. Tyypillinen järjestelmä on yleinen maanpäällinen matkaviestinverkko PLMN (Public Land Mobile Network). Valtaosa langattomista tiedonsiirtojärjestelmistä kuuluu ns. toisen sukupolven
- 15 matkaviestinjärjestelmiin, joista esimerkkinä mainittakoon laajalti tunnettu piirikytkentäinen (Circuit switched) GSM-matkaviestinjärjestelmä (Global System for Mobile Telecommunications). Nyt esillä oleva keksintö soveltuu erityisesti kehitteillä oleviin matkaviestinjärjestelmiin. Esimerkkinä tällaisesta matkaviestinjärjestelmästä käytetään tässä se-
- 20 lostuksessa GPRS-järjestelmää (General Packet Radio Service), jonka kehitys on tällä hetkellä käynnissä. On selvää, että keksintöä voidaan soveltaa myös muihin pakettijärjestelmiin perustuviin, kuten GPRS-järjestelmä, tai sitä hyödyntäviin järjestelmiin (UMTS, Universal Mobile Telecommunication System).

- 25 Nykyaikaisissa solukoverkkoon perustuvissa yleisissä matkaviestinverkoissa järjestelmä koostuu tunnetusti useista järjestelmää käyttävistä matkaviestimistä (MS, Mobile Station), kuten matkapuhelimista, ja kiinteästä tukiasemajärjestelmästä (BSS, Base Station Subsystem). Tämä tukiasemajärjestelmä käsittää tavallisesti useita tukiasemia (BTS, Base Transceiver Station), jotka ovat jakautuneet maantieteelliselle alueelle ja kukin tukiasema palvelee solua, joka käsittää ainakin osan tästä maantieteellisestä alueesta.

- 35 Esimerkiksi GSM-järjestelmässä tiedonsiirtolaitteiden, kuten matkaviestimen ja tukiaseman välinen tiedonsiirto tapahtuu loogisilla radiokanavilla. GSM-järjestelmään perustuva pakettivälitteinen eli

2

5 pakettikytkentäinen (Packet Switched) GSM GPRS-järjestelmä tehos-  
taa tiedonsiirtoa, sillä samaa loogista radiokanavaa voivat käyttää  
useat eri matkaviestintilaajat. Tiedonsiirtoa tapahtuu vain tarvittaessa  
eikä looginen radiokanava ole varattuna vain yhden matkaviestimen ja  
10 tukiaseman välistä tiedonsiirtoa varten. Järjestelmässä vallitsee matka-  
viestimen ja GPRS-järjestelmän välillä ns. virtuaalinen tiedonsiirtoyh-  
teys. Järjestelmän toiminnallinen ympäristö on sinänsä tunnettu ja  
määritelty laajasti ETSI-standardeissa, joten tarkempi selostaminen ei  
ole tarpeen. GPRS-palveluiden käyttämiseksi MS suorittaa ensin verk-  
10 koon sisäänkirjautumisen (GPRS attach). Sisäänkirjautuminen muo-  
dostaa loogisen linkin langattoman viestimen ja GPRS-runkoverkon  
tukisolmun SGSN (Serving GPRS Support Node) välille.

15 Tiedonsiirtoverkon häiriötön toiminta ja käytettävissä olevien resurssien  
tehokas hyödyntäminen on mahdollista vain, mikäli esimerkiksi  
tukiasemien lähetyksessä tehotasoja käytetään mahdollisimman  
optimaalisella tasolla. Tämän lisäksi asetetaan jatkuvasti vaatimuksia  
matkaviestimen omalle tehonkulutukselle.

20 GPRS-järjestelmän perusideana on käyttää pakettikytkentäistä resurs-  
sien varausta, jolloin resursseja varataan, esim. looginen radiokanava,  
kun dataa ja informaatiota on tarpeen lähettää ja vastaanottaa. Tällöin  
käytettävissä olevien resurssien käyttö on optimoitavissa  
mahdollisimman tehokkaaksi esim. piirikytkettyyn GSM-tekniikkaan  
25 verrattuna. GPRS on suunniteltu tukemaan sovelluksia, jotka  
hyödyntävät epäjatkovaa tiedonsiirtoa, joka sisältää ajoittain suuriakin  
tietomääriä. GPRS-järjestelmässä kanavien varaus on joustavaa, ja  
kutakin langatonta viestintä varten voidaan varata kanavan 1 – 8  
aikajaksoa eli aikaväliä (Time Slot) yhden TDMA-kehyksen (TDMA  
30 frame) puitteissa, ts. 1 – 8 fyysistä kanavaa. TDMA-termillä (Time  
Division Multiple Access) viitataan sinänsä tunnettuun  
radiotaajuuskanavan jakamiseen aikatasossa peräkkäisiin  
aikajaksoihin. Samoja resursseja voidaan jakaa usealle aktiiviselle  
matkaviestimelle. U-tiedonsiirto (uplink eli tiedonsiirto matkaviestimeltä  
35 tukiasemalle) ja D-tiedonsiirto (downlink eli tiedonsiirto tukiasemalta  
matkaviestimelle) on varattavissa erikseen eri käyttäjille. Kussakin  
aikavälissä lähetetään informaatiopaketti äärellisen kestoisena

3

radiotaajuisena purskeena (Burst), joka muodostuu joukosta moduloituja bittejä. Aikavälejä käytetään pääasiassa ohjauskanavina (CCH, Control channel) ja liikennekanavina (TCH, Traffic channel). Liikennekanavilla siirretään lähinnä puhetta ja dataa ja ohjauskanavilla suoritetaan merkinantoa BTS:n ja MS:n välillä. Eräs looginen ohjauskanava on BCCH (Broadcast Control Channel), jolla välitetään yleislähetystenä yksityiskohtaista tiedonsiirtoverkkoon tai soluun liittyvää informaatioita. Esimerkiksi tietoja kyseisen solun ja viereisen solun käyttämistä taajuuksista sekä ympäröivistä soluista, taajuushyppelystä (Frequency hopping), kanavakombinaatioista (Channel combination) ja kutsukanavista (Paging group).

Huomattavin GPRS-järjestelmän ero piirikytkettyyn GSM-järjestelmään on pakettiperustainen tiedonsiirto. Solukkojärjestelmään perustuvaa GPRS-järjestelmän pakettitiedonsiirtoon on allokoitu fyysinen kanava, ns. PDCH-kanava (Packet Data Channel). PDCH-kanavan sisältämät loogiset kanavat (esim. PDTCH/D, Downlink Packet Data Traffic Channel) on koottu kehysrakenteeseen (Multiframe), joka käsittää toistuvasti lähetettävät 52 TDMA-kehystä (20), jotka on jaettu (PDCH/F, Full rate PDCH-kanava) edelleen 12 perättäiseen lohkokseen (Radio Block), joista kukin käsittää neljä kehystä (TDMA FRAME), sekä neljään ylimääräiseen kehykseen (IDLE FRAME). Lohkot 10 (BLOCK) on järjestyksessä nimitetty lohkoiksi B0 – B11 kuvan 1 mukaisesti. Kuvassa 1 on ylimääräiset kehykset lisäksi ilmaistu merkinnällä X. D-tiedonsiirrossa näitä voidaan käyttää signaalointiin.

Lohkot 10 jakaantuvat kuvan 2 tarkemmin seuraaviin osiin: MAC-otsikko (Medium Access Control Header), RLC-datalohko (Radio Link Control Data Block) tai RLC/MAC-ohjauslohko (RLC/MAC Control Block) ja BCS-lohko (Block Check Sequence). RLC-datalohko sisältää RLC-otsikon (RLC-Header) ja RLC-datan (RLC Data). MAC-otsikko käsittää myös USF-kentän (Uplink State Flag). LLC-, RLC- ja MAC-termeillä viitataan käytetyn sinänsä tunnetun OSI-mallin (Open Structured Interface) mukaisen protokollarakenteen eri tasoihin (Protocol layers), jotka on selostettu tarkemmin ETSI-standardispe-sifikaatioissa.

4

Monikäyttöä varten (Multiple access) D-tiedonsiirrossa datan otsikkotiedoissa käytetään TFI-tunnistetta (Temporary Flow Identifier). Kukin RLC-otsikko käsittää TFI-tunnisteen, jota käytetään osoittamaan ne lohkot, jotka on osoitettu tietyille, halutulle matkaviestimelle MS.

5 GPRS-järjestelmän mukaisesti kaikki viestimet MS, jotka odottavat niille lähetettävää dataa niille yhteisesti varatulta kanavalta, vastaanottavat kaikki lohkot RLC-lohkoineen, tulkitsevat saadun informaation sekä TFI-tunnisteen ja valitsevat niille osoitetut lohkot.

- 10 Kanavan varauksessa, tiedonsiirron alussa MS:lle ilmaistaan ne määrättyt lohkot, joiden aikana lähettäminen ja vastaanottaminen on mahdollista. Yhteys muodostetaan joko matkaviestimen lähettämän PCR-viestin (Packet Channel Request) avulla, jolla se pyytää resursseja tukiasemalta PRACH-kanavalla (Packet Random Access Channel), tai tukiaseman lähettämän PPR-viestin (Packet Paging Request) avulla. Varatut resurssit tiedonsiirtoa varten ilmaistaan esimerkiksi PUA- tai PDA-viestin avulla (Packet Uplink Assignment, Packet Downlink Assignment), jotka sisältävät mm. listan käytettävistä PDCH-kanavista, käytettävän USF-kentän arvon ja määrätyn yksilöllisen TFI:n (Temporary Flow Indicator), joka liitetään kuhunkin tiedonsiirrossa käytettyyn RLC-lohkoon. GPRS-järjestelmässä matkaviestimien on jatkuvasti oltava valmiina pakettimuotoista tiedonsiirtoa (TBF, Temporary Block Flow) varten, jolloin niiden on nopeasti siirryttävä ns. lepotilasta (Idle Mode) ns. siirtotilaan (Packet Transfer Mode).
- 15
- 20

- 25 Digitaalisissa TDMA-järjestelmissä, kuten GSM-järjestelmässä, matkaviestin mittaa jatkuvasti palvelevan tukiaseman ja viereisten tukiasemien radiokanavien signaalien voimakkuutta, sekä lähettää mittausraportin tukiasemalle. Matkaviestimen tekemät mittaukset ovat tyypillisesti ja sinänsä tunnetulla tavalla liittyneet D-tiedonsiirrossa käytetyn tehon ohjaukseen (Power control), solun valintaan (Cell reselection) tai solun vaihtamiseen (Handover). Tehon ohjauksella tarkoitetaan esimerkiksi sitä lähetystehoa, jota BTS käyttää radiosignaalin lähettämiseksi MS:lle.
- 30

- 35 Tunnetun tekniikan mukaisesti MS ylläpitää tietoja käytetyn BCCH-radiokanavan vastaanotetusta signaalin voimakkuudesta keskiarvon

5

- avulla. Tätä tietoa ja laskettua C-parametria (Normalisoitu Rx-taso) käytetään hyväksi solun uudelleenvalintaan liittyvissä päätöksissä. Signaalin voimakkuus mitataan dBm-yksiköissä. Keskiarvottaminen perustuu vähintään viiteen, tavallisesti kuuteen, radiokanavasta otettuun näytteeseen yhden multiframe-rakenteen (52 TDMA-kehystä) aikana. Tehonsäädön säännöt, mittaus, C-arvon laskenta ja tehonsäädön A- ja B-moodit, joita selostetaan seuraavassa, on kuvattu myös tarkemmin esimerkiksi ETSI-spesifikaatiossa (European Telecommunications Standards Institute) 3GPP TS 05.08 V8.6.0 (2000-09), erityisesti kappaleessa: 10.2. RF Power Control, johon tässä yhteydessä viitataan. Esillä oleva keksintö ARR-parametrin laskemiseksi hyödyntää näitä samoja vastaanotetun signaalin tason, Rx-tason näytteitä  $SS_n$  (Received signal level, Rx-level).
- 15 Matkaviestimissä eräänä tunnettuna tekniikkana käytetään vastaanottimen vahvistuksen ohjaukseen ns. AGC-menetelmää (Automatic Gain Control), jonka tehtävänä on seurata vaikutuksia, joita MS:n liikkuminen ja ympäristö aiheuttaa mm. radioaaltoon monitie-
- 20 taajuusriippuvat häipymät ja vaimenemiset sekä erilaiset hitaat ja nopeat muutokset. Signaalin tasot vaihtuvat myös BTS:n tehonsäädön seurauksena D-tiedonsiirrossa. Keksinnössä AGC:n toiminta perustuu puolestaan vastaanotetun signaalin Rx-tasojen seurantaan, kun MS vastaanottaa PDTCH-kanavalla. Sekä PDTCH- että BCCH-kanavaa
- 25 seurataan. MS:n on kyettävä seuraamaan vastaanotetun downlink-signaalin muutoksia, jotta se kykenisi tulkitsemaan lohkon informaation, esim. TFI-tiedot, jotta MS päättelisi onko lohko osoitettu sille vastaanotettavaksi. Vastaanotetun analogisen RF-signaalin vahvistuksen taso pyritään asettamaan ennen AD-muunnosta
- 30 (Analog/Digital) ja MS:n vastaanottimelle sisäänsyöttöä varten sopivalle referenssitasolle. Vastaanottimen dynaaminen alue on tyypillisesti määritetty rajoittumaan tietyn referenssitason ylä- (15dB) ja alapuolelle (20dB). Kehysten tehoero voi olla jopa 30 dB.
- 35 GPRS-järjestelmän ETSI/3GPP-spesifikaation sääntöjen mukaisesti D-tiedonsiirrossa vakio tehonsäätöä käytetään PDCH-kanavilla, joita käytetään esimerkiksi PBCCH- ja PCCCH-ohjauskanavina. PCCCH:n

6

teho voi olla alhaisempi kuin BCCH-kanavalla (Broadcast Control Channel), jolloin erotus (Pb) ilmoitetaan PBCCH-kanavalla. PTCCH/D-kanavalla (Packet Transfer Control Channel) käytetään samaa tehoa kuin PBCCH-kanavalla, tai sen puuttuessa samaa tehoa kuin BCCH-kanavalla. Tällöin PCCCH tulee olla allokoituna eri taajuudelle kuin BCCH, koska BCCH-taajuudella on aina vakioteho. Muiden PDCH-kanavien lohkoissa voidaan käyttää D-tiedonsiirrossa tehonohjausta (Power Control). Teho on sama yhden radiolohkon (Radio Block) purskeiden (4 kpl) aikana.

10

PDCH-lohkojen tehonohjaukseen on tunnetusti käytössä kaksi eri ohjausmoodia: A-moodi (Mode A), sekä B-moodi (Mode B) vain kiinteää allokointia käytettäessä (Fixed allocation). A-moodissa BTS:n ulostulotehon vaihtelua on rajoitettu kun taas B-moodissa BTS:n koko ulostulotehon vaihtelualue on käytössä. Käytetty moodi ilmaistaan MS:lle resurssien varauksen yhteydessä (ns. Assignment-viesti). Kummassakin moodissa käytetään ns. P0-parametriä, joka ilmaisee tehonvähennyksen (Power Reduction) verrattuna BCCH-kanavaan, jonka kantaalto on jatkuvasti seurattavissa. Myös parametri P0 ilmoitetaan Assignment-viestissä. Käytetty moodi ja P0:n arvo eivät muutu MS:n ollessa siirtotilassa (Packet transfer mode) ilman uusia Assignment-viestejä.

25 Kussakin PDTCH/D-kanavan lohkoissa on MAC-otsikossa PR-kenttä (Power Reduction), joka ilmaisee kyseisen lohkon tehotason, mikäli käytössä ja tehonsäätöä käytetään. On olemassa kaksi PR-moodia. PR A-moodissa (oheinen taulukko 1) PR-arvo on laskettu perustuen BTS:n käyttämään ulostulotehoon (Output power level), kun lohko on osoitettu tietylle vastaanottavalle MS:lle. P0:n arvo on määrätty kullekin MS:lle.

30

PR-arvo lasketaan suhteessa kyseisen MS:n P0-arvoon. PR B-moodissa (oheinen taulukko 2) käytetään samaa tehotasoa kunkin lohkon osalta ja kaikkien matkaviestimien kanssa, jotka ovat samalla PDCH-kanavalla tiedonsiirrossa (TBF) BTS:n kanssa. P0 arvo kertoo PDCH:n ensimmäisen lohkon tehotason ja PR-arvo on laskettu suhteessa BCCH:n tasoon.

35



7

Bitit	Tehon vähentyminen, A-moodi
0 0	0 – 2 db vähemmän kuin BCCH-taso – P0
0 1	4 – 6 db vähemmän kuin BCCH-taso – P0
1 0	8 – 10 db vähemmän kuin BCCH-taso – P0
1 1	Ei käytössä (Not usable)

Taulukko 1

Bitit	Tehon vähentyminen, PR B-moodi
0 0	0 – 6 db vähemmän kuin BCCH-taso
0 1	8 – 14 db vähemmän kuin BCCH-taso
1 0	16 – 22 db vähemmän kuin BCCH-taso
1 1	24 – 30 db vähemmän kuin BCCH-taso

5

Taulukko 2

10 GPRS-spesifikaatioiden mukaisesti siirtotilassa oleville matkaviestimille  
BTS lähettää tietyin väliajoin (78 TDMA-kehystä) ainakin yhden  
referenssilohkon, joka on yhdenmukainen käytetyn moodin kanssa.  
Referenssilohko lähetetään myös silloin, kun tehonsäätö ei ole  
käytössä. Tämän lisäksi, jos tehonsäätöä käytetään, PR A- ja PR B-  
moodissa kyseinen referenssilohko sisältää käyttökelpoisen PR-  
15 kentän. PR A-moodissa valideja, käyttökelpoisia lohkoja ovat vain  
kyseiselle MS:lle osoitetut lohkot validilla PR-arvolla, mutta PR B –  
moodissa lohkon ei tarvitse olla osoitettu kyseiselle MS:lle.

20 PDTCH-konfiguraatiota varten, ts. tilanteessa, kun MS on GPRS-  
siirtotilassa, ei tunnetussa tekniikassa ole kuitenkaan määritelty  
proseduuria, jolla referenssiarvo määritetään AGC-toimintoa varten.  
Nyt esillä olevan keksinnön tarkoituksena on esitellä tämä menetelmä.

25 Keksinnön mukainen menetelmä on esitetty itsenäisessä  
patenttivaatimuksessa 1. Keksinnön mukainen laitteisto on esitetty  
itsenäisessä patenttivaatimuksessa 24.

8

Keksinnön edullisia suoritusmuotoja on esitetty epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

- 5 Keksinnön mukaisessa menetelmässä määritetään jatkuvasti referenssiarvoa, jota arvoa nimitetään tässä selostuksessa parametriksi AGC\_REF\_RXLEX (ARR-parametri), joka kuvaa siis vastaanotetun signaalin tehotasoa, Rx-tasoa. ARR-parametrin perusteella voidaan AGC:ssä laskea vahvistukselle (Gain) uusia arvoja.
- 10 Kun tehonsäätö on käytössä, niin PR A –moodissa on siis seurattava kyseiselle MS:lle osoitettuja lohkoja (joissa on PR-kenttä ennaltamäärätyn tehotason ilmoittamiseksi), koska muiden lohkojen tehotasot eivät anna oikeaa kuvaa vaihteluista (validi referenssilohko). PR B –moodissa puolestaan voidaan seurata kaikkia vastaanotettuja
- 15 lohkoja (joissa on PR-kenttä), jotka voivat olla osoitettuja kenelle tahansa (validi referenssilohko), sillä tehotaso on sama. Kun tehonsäätöä ei käytetä, niin ei tarvitse rajoittaa PR-kenttien seurantaan tai vain kyseiselle MS:lle osoitettujen (TFI) lohkojen seurantaan, sillä kaikki lohkot (validi referenssilohko) lähetetään samalla ennaltamäärätyllä tehotasolla. Keksinnön mukainen proseduuri soveltuu siten eri
- 20 moodeille ja myös tapaukseen, jossa tehonsäätö ei ole käytössä.

- 25 Keksintö perustuu seuraavassa esitettyihin seikkoihin. Riippuen D-tiedonsiirron ohjausmoodista, niiden lohkojen Rx-taso lasketaan, joita voidaan keksinnön mukaisesti käyttää valideina AGC-referenssilohkoina. Tämä pätee myös tilanteeseen, jossa tehonsäätöä ei käytetä. Kun BTS käyttää tehonsäätöä, niin validit lohkot määritetään lohkon PR-kenttien (ja tarvittaessa myös TFI-kenttien) perusteella. Kaikki oikein (virheettömästi) vastaanotetut lohkot voivat toimia
- 30 valideina referenssilohkoina, kun BTS ei käytä D-tehonsäätöä. Ainakin PR, ja tarvittaessa myös TFI, vastaanotetaan oikein. Käyttämällä kaikkia mahdollisia valideja PDTCH-kantoaallon (Packet Data Traffic Channel) referenssilohkoja saadaan luotettavampi estimaatti kanta-
- 35 aallon RSSI-tasosta (Received Signal Strength Indicator), jota käytetään edelleen oikean vahvistuksen (Gain) estimoinnissa. Vaihtoehtoisesti, voitaisiin käyttää esimerkiksi pelkästään BCCH-kanavaa

PDTCH-kanavan Rx-tason arvioinnissa, mutta estimaattiin aiheutuisi virhettä, joka johtuu taajuusselektiivisestä häipymisestä (Fading).

- 5 usein MS todella vastaanottaa valideja referenssilohkoja. Keksinnön mukaisesti näiden vastaanotettujen lohkojen Rx-tasojen arvoja keskiarvotetaan (ajan kuluessa), erityisesti käyttämällä pituudeltaan vaihtelevaa suodatinta. Tällöin aikaperiodi, jota käytetään keskiarvottamiseen, pysyy oleellisen vakiona. Vaihtelevan pituuden
- 10 suodatin mahdollistaa nopean adaptaation oikealle kanta-aallon RSSI-tasolle tilanteissa, joissa RSSI-taso vaihtelee nopeasti. Muuttuva pituus on käytössä myös siksi, että vastaanotettujen referenssilohkojen määrä ja väli ei ole etukäteen tiedossa.
- 15 PDTCH-tiedonsiirron aikana seurataan myös palvelevan BTS:n BCCH-kanavan kanta-aallon tasoa. Kanta-aaltoa valvotaan määrätyin väliajoin ja näytteitä keskiarvotetaan ajan suhteen. Jos MS ei jostain syystä vastaanota valideja referenssilohkoja asetetun ajan (erityisesti 78 TDMA-kehystä) kuluessa, niin BCCH-kanta-aallon tasoa käytetään
- 20 apuna PDTCH-kanta-aallon tason arvioinnissa AGC:tä varten. BCCH-kanavan käyttäminen lisäreferenssinä tukee AGC:n toimintaa erityisesti tilanteissa, joissa MS jostain syystä ei saa dekodattua oikein BTS:n lähettämiä lohkoja (ns. CRC-tarkistus) ja siten ei vastaanota tarpeeksi valideja referenssilohkoja.
- 25 Tunnetussa piirikytkentäisessä GSM-järjestelmässä puolestaan liikennekanavien (TCH) AGC on voitu suorittaa yksikertaisemmilla algoritmeilla, koska esimerkiksi SACCH-kanavalla (Slow Associated Control Channel) ja SID-kehyksessä (Silence Indicator) on aina
- 30 tiedonsiirtoa ja kehyksen numeron perusteella MS tietää tarkemmin niiden ajankohdan, joten näiden kehysten purskeiden Rx-tasoa voidaan käyttää AGC-algoritmin implementoinnissa. Kun MS:lle allokoidaan liikennekanava, niin siihen liittyy aina myös SACCH-kanava, jolla välitetään kanavan ja tiedonsiirtoyhteyden ylläpitoon
- 35 liittyvää tietoa. Purskeiden Rx-tasojen keskiarvotusta ajan suhteen käytetään, mutta vaihtelevan suodatimen pituudelle ei ole ollut tarvetta, koska vastaanotettujen referenssipurskeiden määrä

10

ajanjakson kuluessa on ollut vakio. Sen sijaan GPRS:n liikennekanavien (PDTCH) referenssiarvojen laskentaan AGC:tä varten ei ole tunnettuja ratkaisuja.

5 Keksintöä selostetaan viitaten samalla oheisiin piirustuksiin, joissa:

kuva 1 esittää tunnetun tekniikan mukaista kehysrakennetta, erityisesti GPRS-järjestelmän kehysrakennetta, ja

10 kuva 2 esittää tunnetun tekniikan mukaista lohkorakennetta, erityisesti GPRS-järjestelmän radiolohkon rakennetta.

15 Tarkastellaan seuraavaksi BCCH-kanavan Rx-tason seuranta (Tracing), jota suoritetaan molemmissa tehonohjauksen moodeissa (A- ja B-moodi). Rx-tasoa seurataan referenssi Rx-tason määrittämiseksi AGC:lle. Palvelevan tukiaseman BCCH-kanavaa seurataan juoksevilla keskiarvolla (Running average), joka on kaavan (1) mukainen:

20 
$$(1) \text{BCCH\_RA\_}n = (1 - a) * (\text{BCCH\_RA\_}n - 1) + a * \text{NEW\_BCCH\_SAMPLE},$$

20

jossa **BCCH\_RA\_n** on BCCH:n Rx-tason juokseva keskiarvo näytteiden jälkeen, joita on *n* kpl, *a* on laskettu kaavalla  $1/\text{MIN}(n, \text{BCCH\_RA\_FILT\_LEN})$ , jossa MIN tarkoittaa pienintä vaihtoehtoa, ja **NEW\_BCCH\_SAMPLE** on BCCH:n Rx-tason näyte (Sample). Käytetyt  
25 näytteet ovat samoja kuin esim. C-arvon laskennassa. Erona on kuitenkin laskennan ns. unohdustekijä (Forgetting factor), ts.  $1/\text{BCCH\_RA\_FILT\_LEN}$ , joka voidaan valita nyt vapaasti. C-arvon laskennassa tekijä on verkon asettama. **BCCH\_RA\_n** laskenta aloitetaan/alustetaan, kun MS alkaa valmistella datan siirron aloitusta  
30 ja siirtyy DRX-tilasta ei-DRX -tilaan, ja pidetään yllä niin kauan kuin MS on ei-DRX -tilassa.

35 Tarkastellaan seuraavaksi Rx-tason seuranta A-moodin tehonsäädössä, jolloin tavoitteena on määrittää ARR-parametri, joka vastaa BTS:n lähetystehoa tasolla BCCH-P0. Verkon on lähetettävä referenssilohko tietyin väliajoin (vähintään kerran 78 TDMA-kehysjakson kuluessa). Normaalisti, MS:n vastaanottaessa lohkoja,

11

joiden Rx-tasoa voidaan käyttää AGC:tä varten D-tehonsäädön sääntöjen mukaisesti, ARR-parametri lasketaan käyttäen kyseisten lohkojen Rx-tasojen juoksevaa keskiarvoa. PR-kentän avulla lohkojen BTS-lähetysteho tunnetaan ja referenssilohkojen mitatut Rx-tasot  
5 saadaan kuvattua (Mapping) vastaamaan lähetystehoa tasolla *BCCH-P0*. Keskiarvon laskentajakson ajallinen pituus pidetään oleellisesti vakiona muuttamalla keskiarvon laskennan suodattimen pituutta, joka riippuu AGC-referenssilohkojen esiintymistiheydestä, joka on esimerkiksi 78 TDMA-kehystä. Jos MS ei jostain syystä vastaanota  
10 referenssilohkoja 78 TDMA-kehysten aikana, niin ARR-parametrin arvoa mukautetaan tasolle *BCCH\_RA\_n-P0*.

Seuraavaksi on esitetty tarkemmin A-moodin algoritmi.

15 Keksinnön mukaisessa algoritmissa AGC:lle tarkoitettua referenssi Rx-tasoa seurataan PDTCH-konfiguraatiossa, ts. kun MS on GPRS-siirtotilassa. Vahvistus lasketaan seuraavaa alkavaa lohkojaksoa (78 kehystä) varten, kun *AGC\_REF\_RXLEV* on ensin päivitetty algoritmia käyttäen. PR A -moodissa kaikki MS:lle osoitetut ja oikein  
20 vastaanotetut RLC-lohkot, joilla on validi PR-kenttä, voidaan käyttää referenssilohkoina. PR B -moodissa kaikki oikein vastaanotetut RLC-lohkot, joilla on validi PR-kenttä, voidaan käyttää referenssilohkoina. PDTCH-konfiguraation alussa arvolle *AGC\_REF\_RXLEV* annetaan arvo *BCCH\_RA\_n-P0*.

25 Algoritmissa käytetty vakio *REF\_RXLEV\_FILT\_LEN\_A* on suodattimen pituus juoksevan keskiarvon laskentaa varten A-moodissa. *AGC\_UPDATE\_INTERVAL* on intervalli lohkoina, joka ilmaisee kuinka usein *AGC\_REF\_RXLEV* on päivitettävä, jos MS ei ole vastaanottanut  
30 sille osoitettuja lohkoja. Nykyisin intervalli on 78 TDMA-kehystä eli 18 radiolohkoa. *X* ja *Y* ovat vakioita, joilla painotetaan tasoa *BCCH\_RA\_n* Rx-tason estimoinnissa, kun valideja referenssilohkoja ei ole vastaanotettu. Algoritmissa käytetty muuttuja *BLOCKS\_RXLEVS\_A* on referenssilohkojen mitattu Rx-tason keskiarvo dBm-yksiköissä ja  
35 edellisen lohkojakson aikana sekä kompensoituna PR-kentän tietojen perusteella, jotta se vastaisi tasoa *BCCH-P0*. Lohkon Rx-tasoa kompensoidaan lisäämällä siihen 1, 5, tai 9 dB riippuen PR-kentän

12

arvosta (00, 01, 10). Muuttujalla on validi arvo vain silloin, kun MS on vastaanottanut referenssilohkoja edellisen lohkoajan aikana. **MAX\_BLK\_RXLEV** on lohkon maksimi Rx-taso viimeisimmän validin referenssilohkon jälkeen. **RA\_CNTR** on laskuri juoksevan keskiarvon laskentaa varten, jonka alkuarvo on nolla. **P0** on verkon antama P0-arvo (dB). **PRE\_AGC\_UPDT\_CNTR** on laskin, joka ilmaisee kuinka monta lohkoa sitten edellinen arvo **AGC\_REF\_RXLEV** päivitettiin. Väliaikaisella muuttujalla **a** välitetään unohdustekijä juoksevan keskiarvon laskennalle.

10

Algoritmin pseudo-koodi on esitetty seuraavassa keksinnön yksityiskohtien ja toimintaperiaatteiden havainnollistamiseksi. Algoritmi suoritetaan kerran aina blokkiperiodin loppupuolella, sen jälkeen, kun vastaanotetut lohkot on saatu dekodattua. Huomautettakoon, että selityksessä esitetyt pseudo-koodit liitetään tarvittaessa kokonaisuudeksi ja siihen lisätään tarvittaessa pseudo-koodia, joka toteuttaa muita selityksen mukaisia toimintoja. IF-lohkossa tutkitaan ensin, onko edellisen lohkoajan aikana vastaanotettu referenssilohkoja AGC:tä varten (TRUE).

20

```
IF TRUE;
    RA_CNTR = MIN(RA_CNTR + 1,
                  AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN_A);
    a = 1/RA_CNTR;
    AGC_REF_RXLEV = a * BLOCKS_RXLEV_A + (1 - a)*
                  AGC_REF_RXLEV;
    PRE_AGC_UPDT_CNTR = 0;
ELSE;
    PRE_AGC_UPDT_CNTR = PRE_AGC_UPDT_CNTR + 1;
    IF (RA_CNTR > AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN /
        PRE_AGC_UPDT_CNTR);
        RA_CNTR = RA_CNTR - 1;
    ENDIF;
    IF (RA_CNTR > AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN / 2);
    35    RA_CNTR = RA_CNTR - 2;
        ENDIF;
    IF (PRE_AGC_UPDT_CNTR = AGC_UPDATE_INTERVAL);
```

13

$$AGC\_REF\_RXLEV = (X * (BCCH\_RA\_n - P0) + Y * AGC\_REF\_RXLEV) / (X + Y);$$

PRE\\_AGC\\_UPDT\\_CNTR = 0;

ENDIF;

5 ENDIF;

Tarkastellaan seuraavaksi Rx-tason seuranta B-moodin tehonsäädössä, jolloin MS on ensin asetettu odottamaan sille osoitettua RLC-lohkoa, jonka Rx-taso vastaa lähetykseen käytettyä tasoa BCCH-P0, ts. kaavan  $AGC\_REF\_RXLEV = BCCH\_RA\_n - P0$  mukaisesti. Tämän jälkeen  $AGC\_REF\_RXLEV$  lasketaan juoksevana keskiarvona RLC-referenssilohkoista ja käyttäen pituudeltaan vaihtelevaa suodatinta juoksevan keskiarvon laskennassa. PR B-moodissa kaikki lohkot, joissa on PR-kenttä, ovat valideja. PR A-moodissa vain lohkot, joissa on PR-kenttä ja jotka on osoitettu kyseiselle MS:lle, ovat valideja. Kuten A-moodissa (PR B-moodi), muut kuin omat lohkot ovat käytettävissä juoksevan keskiarvon laskentaan ja kuvaukseen. Ero lasketun ja todellisen Rx-tason välillä voi olla pahimmillaan 6 dB ja siten kompensatio on epätarkempi kuin A-moodissa. Erona A-moodiin on lisäksi se, että ellei MS vastaanota referenssilohkoa ennaltamäärätyn 78 TDMA-kehysten aikana, niin ARR päivitetään käyttäen muutosta, joka tapahtui arvossa  $BCCH\_RA$  ja viimeisimmän vastaanotetun referenssilohkon jälkeen.

25 Seuraavaksi on esitetty tarkemmin B-moodin algoritmi.

Vahvistus lasketaan seuraavaa alkavaa lohkoparodia varten sen jälkeen, kun  $AGC\_REF\_RXLEV$  on päivitetty käyttäen algoritmia. Kaikkia oikein vastaanotettuja ja MS:lle osoitettuja lohkoja, joilla on validi PB-kenttä, voidaan käyttää AGC:n referenssilohkoina. Ennen PDTCH-konfiguraation alkua arvolle  $AGC\_REF\_RXLEV$  annetaan arvo  $BCCH\_RA\_n - P0$ .

35 Algoritmissa käytetty vakio  $REF\_RXLEV\_FILT\_LEN\_B$  on suodattimen pituus juoksevan keskiarvon suodatusta (ts. unohdustekijän käänteisarvo) ja sen laskentaa varten B-moodissa. Algoritmissa käytetty muuttuja  $BLOCKS\_RXLEVS\_B$  on mitattu edellisen

14

blokkiperiodin referenssilohkojen Rx-tason keskiarvo dBm-yksiköissä, jolloin lohkot, jotka eivät ole osoitettu MS:lle, kompensoidaan käyttäen PR-arvoa, jos PR-arvo poikkeaa omasta PR-arvosta, joka oli käytössä viimeksi. Tällöin kompensoitu Rx-taso (dBm) saadaan vähentämällä PR-arvosta viimeisin oma PR-arvo, kertomalla tulos vakiolla 8 (dB), ja lisäämällä tulos Rx-tasoon. Vakio 8 saadaan kahden peräkkäisen Rx-tason Pr-arvojen erosta. Periaatteena on, että kompensointia ei tehdä omille lohkoille eikä niille vieraille lohkoille, joissa on sama PR-arvo kuin viimeisimmässä omassa lohkoissa. Kompensointi tehdään pelkästään vieraille, eri PR-arvon omaaville lohkoille. Vieraiden lohkojen käyttö referenssinä koskee pelkästään PR B -moodia. ARR-arvon seuranta kuvataan vastaamaan omaa lähetystä, joka tulee jollakinin tasolla BCCH-X. PR B -moodissa kaikki lohkot, joissa on PR-kenttä, ovat sopivia referensseiksi. PR A -moodissa vain MS:lle osoitetut (ja PR-kentän sisältävät) lohkot ovat valideja..

Algoritmin pseudo-koodi on esitetty seuraavassa keksinnön yksityiskohtien havainnollistamiseksi. IF-lohkoissa tutkitaan ensin, onko edellisen lohkoajan aikana vastaanotettu referenssilohkoja AGC:tä varten (TRUE).

```
IF TRUE;
    RA_CNTR = MIN(RA_CNTR + 1,
                  AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN_B);
    a = 1 / RA_CNTR;
    AGC_REF_RXLEV = a * BLOCKS_RXLEV_B + ( 1 - a ) *
                  AGC_REF_RXLEV;
    PRE_AGC_UPDT_CNTR = 0;
    LAST_AGC_REF_LEVEL = AGC_REF_LEVEL;
    LAST_BCCH_RA = BCCH_RA_n
ELSE;
    PRE_AGC_UPDT_CNTR = PRE_AGC_UPDT_CNTR + 1;
    IF (RA_CNTR > AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN /
        PRE_AGC_UPDT_CNTR);
    RA_CNTR=RA_CNTR - 1;
ENDIF;
IF (RA_CNTR > AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN / 2);
```



15

```
RA_CNTR=RA_CNTR - 2;  
ENDIF;  
IF (PRE_AGC_UPDT_CNTR = AGC_UPDATE_INTERVAL);  
PRE_AGC_UPDT_CNTR = 0;  
5 AGC_REF_RXLEV = LAST_AGC_REF_RXLEV -  
LAST_BCCH_RA + BCCH_RA_n;  
ENDIF;  
ENDIF;
```

- 10 Tarkastellaan seuraavaksi tilannetta, jossa BTS ei käytä tehonohjausta D-tiedonsiirrossa, siis A-moodi tai B-moodi ei ole käytössä.

15 BTS lähettää tällöin vakiotehotasolla BCCH-X, jossa X on tavallisesti Pb-arvo, mutta voi myös poiketa tästä. Ennen PDTCH-konfiguraation alkua arvolle **AGC\_REF\_RXLEV** annetaan siis arvo BCCH\_RA\_n-Pb. ARR-parametri lasketaan käyttäen juoksevaa keskiarvoa ja pituudeltaan vaihtelevaa suodatinta, kuten A- ja B-moodeissa. Mikäli MS ei vastaanota referenssilohkoja periodin aikana, joka käsittää 78 TDMA-kehystä, niin **AGC\_REF\_RXLEV** päivitetään käyttäen virheellisen lohkon maksimi Rx-tasoa, joka on siis näyte keskiarvon laskennalle.

25 Keksinnön mukaisessa algoritmissa AGC:lle tarkoitettua referenssi Rx-tasoa seurataan PDTCH-konfiguraatiossa, ts. kun MS on GPRS-siirtotilassa. Vahvistus lasketaan seuraavaa alkavaa lohkojaksoa varten, kun **AGC\_REF\_RXLEV** on ensin päivitetty algoritmia käyttäen. Kalkkia oikein vastaanotettuja lohkoja voidaan käyttää referenssilohkoina.

30 Algoritmissa käytetty vakio **REF\_RXLEV\_FILT\_LEN\_C** on suodattimen pituus juoksevan keskiarvon suodatusta varten. **VERY\_SMALL\_RXLEV** on hyvin pieni Rx-taso, esimerkiksi -120 dBm. Muuttuja **BLOCKS\_RXLEVS[]** on taulukko, jossa on eri allokoituilla aikaväleillä (max 8 kpl) vastaanotettujen lohkojen Rx-tasot (dBm-yksiköissä) riippumatta siitä, vastaanotettiinko kyseinen lohko oikein.

35 **BLOCKS\_RXLEVS\_C** -parametri on keskiarvo taulukon oikein koodattujen lohkojen (referenssilohkojen) Rx-tasosta. Muuttuja

16

**ERR\_BLOCKS\_MAX\_RXLEV** on Rx-tason keskiarvon maksimi (dBm) vastaanotetuille virheellisille lohkoille. PDCH:n alussa tälle asetetaan arvo **VERY\_SMALL\_RXLEV**.

5 Algoritmin pseudo-koodi on esitetty seuraavassa keksinnön yksityiskohtien havainnollistamiseksi. IF-lohkossa tutkitaan ensin, onko edellisen lohkopereodin aikana vastaanotettu referenssilohkoja AGC:tä varten (TRUE).

```
10 IF TRUE;
    RA_CNTR = MIN (RA_CNTR + 1,
                   AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN_C);
    a = 1 / RA_CNTR;
    AGC_REF_RXLEV = a * BLOCKS_RXLEVS_C + (1-a) *
15 AGC_REF_RXLEV;
    PRE_AGC_UPDT_CNTR = 0;
    MAX_ERR_BLOCKS_RXLEV = VERY_SMALL_RXLEV;
ELSE;
    PRE_AGC_UPDT_CNTR = PRE_AGC_UPDT_CNTR + 1;
20 IF (RA_CNTR > AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN /
    PRE_AGC_UPDT_CNTR );
    RA_CNTR = RA_CNTR - 1;
ENDIF
IF (RA_CNTR > AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN/2)
25 RA_CNTR = RA_CNTR - 2;
ENDIF;
IF (ERR_BLOCKS_MAX_RXLEV < MAX(BLOCKS_RXLEVS[]));
    ERR_BLOCKS_MAX_RXLEV = MAX(BLOCKS_RXLEVS[]);
ENDIF
30 IF (PRE_AGC_UPDT_CNTR = AGC_UPDATE_INTERVAL)
    RA_CNTR = MIN (RA_CNTR + 1,
                   AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN_C);
    a = 1/RA_CNTR;
    AGC_REF_RXLEV = a * MAX_ERR_BLOCKS_RXLEV + (1-a) *
35 AGC_REF_RXLEV;
    PRE_AGC_UPDT_CNTR = 0;
    MAX_ERR_BLOCKS_RXLEV = VERY_SMALL_RXLEV;
```

ENDIF  
ENDIF

5 Tarkastellaan seuraavassa leikkautumisen ohjausta (Clipping control),  
joka on tarpeen, jotta hyvin nopeisiin RX-tason muutoksiin voitaisiin  
reagoida A- ja B-moodeissa. Jos radiotien ominaisuudet muuttuvat  
hyvin satunnaisesti siten, että Rx-tasossa tapahtuu hyvin nopeita  
muutoksia, niin juoksevan referenssi Rx-tason seuranta ei ole riittävää.  
Ohjaus määrittelee MS:n vahvistetun ja AD-muunnetun signaalin  
10 vastaanottoikkunan alemman ja ylemmän rajan, joiden välissä  
vastaanotettujen purskeiden RX-tasojen pitäisi olla, kun ne kuuluvat  
valideille lohkoille. Leikkautuminen tapahtuu, mikäli yksittäisen  
purskeen signaalitaso ylittää ylemmän rajan ja käänteinen  
leikkautuminen (Inverse clipping) tapahtuu, mikäli kahden aikaisemman  
15 purskeen Rx-tason keskiarvo alittaa alemman rajan. Leikkautumisen  
jälkeen vahvistus korjataan välittömästi oikeaksi lohkon muiden  
purskeiden vastaanottamiseksi. Vahvistus voidaan sovittaa tällä  
menetelmällä yhden tai useamman kerran lohkopereodin aikana,  
tavallisesti kuitenkin vain kerran. Vahvistus sovitetaan vain kerran  
20 saman lohkopereodin aikana. Sen jälkeen kun lohko (tai lohkot) on  
vastaanotettu ja dekodattu, tarkistetaan onko purske (tai purskeet)  
valideja leikkautumisen ohjausta varten. Toisin sanoen onko lohko,  
joka aiheutti leikkautumisen, MS:lle osoitettu lohko, ja onko se  
tehonsäätömoodien mukaan referenssiksi kelpaava lohko. Mikäli  
25 leikkautunut lohko on validi, niin ARR-parametri päivitetään  
seuraavassa kuvattujen periaatteiden mukaisesti.

Leikkausalgoritmin pseudo-koodi on esitetty seuraavassa. Algoritmi  
suoritetaan ennen edellä kuvattuja algoritmeja tai ensimmäisen IF-  
30 osion aluksi. IF-lohkossa tutkitaan ensin, onko leikkautumista  
tapahtunut (TRUE). A-moodissa ja kun tehonsäätö ei ole käytössä,  
leikkautumisen ohjaukseen voidaan käyttää kaikkia lohkoja, myös  
virheellisesti vastaanotettuja, mutta B-moodissa vain osoitettuja  
lohkoja. Käänteisessä leikkausalgoritmissa voidaan käyttää vain  
35 tehonsäätömoodien (sisältäen myös vaihtoehdon, jossa ei  
tehonsäätöä) mukaan valideja AGC:n referenssilohkoja. ARR korjataan  
aina leikkautumisen tai käänteisen leikkautumisen tapahduttua ko.

18

leikkautumisen ohjautumiseen käyvälle lohkolle. Vakion *CLIP\_CORRECTION\_UP* tai *CLIP\_CORRECTION\_DOWN* arvo (dB) kertoo kuinka paljon ARR-arvoa korjataan, kun leikkautuminen ylös- tai alaspäin tapahtuu.

5

```
IF TRUE;  
    AGC_REF_RXLEV = AGC_REF_RXLEV +  
                    CLIP_CORRECTION_UP;  
ENDIF;
```

10

Käänteisen leikkautumisen sattuessa pseudokoodi on esitetty seuraavassa. Algoritmi suoritetaan ennen edellä kuvattuja algoritmeja tai ensimmäisen IF-osion aluksi. IF-lohkossa tutkitaan ensin, onko leikkautumista tapahtunut (TRUE).

15

```
IF TRUE;  
    AGC_REF_RXLEV = AGC_REF_RXLEV -  
                    CLIP_CORRECTION_DOWN;  
ENDIF;
```

20

GPRS-järjestelmässä kanavien varaus on hyvin joustavaa, esimerkiksi kutakin langatonta viestintä MS varten voidaan allokoida kanavalla 1 – 2 aikajaksoa eli aikaväliä yhden TDMA-kehyksen puitteissa, eli samalla 1 – 8 loogista kanavaa. Tällöin, ns. multislot-konfiguraatiossa, ja riippumatta tehonohjauksen moodista, vahvistus asetetaan samaksi kutakin allokoitua aikaväliä kohden ja lohkon alussa lasketaan tarvittava vahvistus ARR-parametrystä. Leikkautumisen sattuessa vahvistukset eri aikavälejä varten voivat erota siten toisistaan lopun lohkoajan aikana. Ennen seuraavan lohkon alkua vahvistus määritetään jälleen ARR-arvosta ja asetetaan samaksi kutakin aikaväliä varten.

30

Nyt esillä olevaa keksintöä ei ole rajoitettu ainoastaan edellä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan sitä voidaan muunnella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

35

19

L2

Patenttivaatimukset:

- 5 1. Menetelmä referenssitason määrittämiseksi vastaanotettavan ja erityisesti voimakkuudeltaan vaihtelevan radiotaajuisen signaalin automaattista vahvistuksen säätöä varten, jossa menetelmässä vastaanotetaan signaalin loogisella pakettiliikennekanavalla radiolohkoja (10), jotka on lähetetty ennaltamäärätyllä lähetysteholla ja käyttäen ennaltamäärätyä lähetystehon ohjaustapaa, **tunnettu** siitä, että
- 10 määritetään jatkuvasti mainittua referenssitasoa oikein vastaanotettujen, ts. validien, radiolohkojen (10) perusteella, jolloin referenssitasoa korjataan kunkin validin radiolohkon vastaanotossa mitatun signaalin voimakkuuden perusteella.
- 15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että korjataan referenssitasoa laskien sen juoksevaa keskiarvoa ajan suhteen.
- 20 3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lasketaan juoksevaa keskiarvoa käyttäen pituudeltaan vaihtelevaa suodatusta, jolloin aikajakso, jonka kuluessa keskiarvoa lasketaan, pidetään sopivimmin vakiona riippuen validien radiolohkojen esiintymistiheydestä.
- 25 4. Patenttivaatimuksen 2 tai 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lasketaan juoksevaa keskiarvoa käyttäen unohdustekijänä ennaltamäärätyä validien radiolohkojen määrää.
- 30 5. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vastaanotetaan yleislähetyskanavan signaalia, joka on lähetetty ennaltamäärätyllä vakiolähetysteholla, ja että korjataan referenssitasoa tämän signaalin vastaanotossa mitatun signaalin voimakkuuden perusteella, mikäli ennaltamäärätyn aikajakson kuluessa ei ole vastaanotettu valideja radiolohkoja.

35

20

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lasketaan yleislähetyskanavan signaalin voimakkuuden juoksevaa keskiarvoa ajan suhteen.

5 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lasketaan voimakkuuden juoksevaa keskiarvoa käyttäen pituudeltaan vaihtelevaa suodatusta.

10 8. Jonkin patenttivaatimuksen 5 – 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu yleislähetyskanava on GPRS-verkon BCCH-kanava.

15 9. Jonkin patenttivaatimuksen 5 – 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että määritetään signaalinvoimakkuus käyttäen yleislähetyskanavan signaalista otettuja näytteitä.

20 10. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että valitaan määrittämiseen niitä valideja radiolohkoja, joita vastaanotetaan ennaltamäärätyn aikajakson välein vastaanottajan ja tiedonsiirtoverkon synkronointia varten.

25 11. Patenttivaatimuksen 5 tai 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu aikajakso on GPRS-verkon 18 peräkkäistä radiolohkoa käsittävä aikajakso.

30 12. Jonkin patenttivaatimuksen 5 – 11 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kompensoidaan validin radiolohkon sisältämän lähetystehoinformaation perusteella kyseisen radiolohkon mitattua signaalinvoimakkuutta ennaltamäärätylle tasolle, joka on verrannollinen yleislähetyskanavan signaalin voimakkuuteen, kun radiolohkojen lähetystehot vaihtelevat.

35 13. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 12 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että tulkitaan validin radiolohkon sisältämä osoiteinformaatio radiolohkon saajan selvittämiseksi ja lähetystehoinformaatio käytetyn lähetystehon selvittämiseksi.

21

- 5 14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että valitaan määritykseen tietyille vastaanottajalle osoitettuja valideja radiolohkoja, jotka sisältävät lähetystehoinformaatiota, kun lähetysteho vaihtelee vastaanottajien kesken ja radiolohkojen lähetystehot vaihtelevat.
- 10 15. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että valitaan määritykseen eri vastaanottajille osoitettuja valideja radiolohkoja, jotka sisältävät lähetystehoinformaatiota, kun lähetysteho pysyy samana vastaanottajien kesken ja radiolohkojen lähetystehot vaihtelevat.
- 15 16. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että valitaan määritykseen eri vastaanottajille osoitettuja valideja radiolohkoja, kun lähetysteho pysyy samana vastaanottajien kesken ja radiolohkojen lähetystehot pysyvät vakiona.
- 20 17. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että korjataan referenssitasoa virheellisesti vastaanotetuista radiolohkoista mitatun maksimisignaalinvoimakkuuden perusteella, mikäli ennaltamäärätyn aikajakson kuluessa ei ole vastaanotettu valideja radiolohkoja referenssilohkojen maksimiesiintymisvälin aikana.
- 25 18. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 17 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että korjataan referenssitasoa ennaltamäärätyn arvon verran, kun validin radiolohkon vastaanotossa on tapahtunut leikkautuminen signaalin voimakkuuden alittaessa asetetun minimirajan tai ylittäessä asetetun maksimirajan.
- 30 19. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 18 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vastaanotetaan kahdella tai useammalla loogisella pakettiliikennekanavalla radiolohkoja, jotka on lähetetty ennaltamäärätyllä lähetysteholla ja käyttäen ennaltamäärättyä lähetystehon ohjaustapaa, ja että määritetään jatkuvasti mainittua referenssitasoa  
35 validien radiolohkojen perusteella ja kutakin mainittua kanavaa varten.

22

20. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että käytetään langatonta kommunikointiyksikköä vastaanottamaan solukoverkkoon perustuvan pakettikytkentäisen tiedonsiirtoverkon tukiaseman lähettämiä valideja radiolohkoja.

5

21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mitataan mainitussa yksikössä vastaanotetun analogisen signaalin voimakkuuden tasoa ja korjataan signaalin vahvistusta määritetyn referenssitason perusteella.

10

22. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 21 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu pakettiliikennekanava on GPRS-verkon PDTCH/D-kanava.

15

23. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 22 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu ohjaustapa on GPRS-verkon downlink-tiedonsiirrossa käyttämä vakiotehonsäätö, A-moodin mukainen tehonsäätö, tai B-moodin mukainen tehonsäätö.

20

24. Laitteisto referenssitason määrittämiseksi vastaanotettavan ja erityisesti voimakkuudeltaan vaihtelevan radiotaajuisen signaalin automaattista vahvistuksen säätöä varten, joka laitteisto käsittää välineet signaalin vastaanottamiseksi loogisella pakettiliikennekanavalla radiolohkoja (10), jotka on lähetetty ennaltamäärätyllä lähetysteholla ja käyttäen ennaltamäärätyä lähetystehon ohjaustapaa, **tunnettu** siitä, että laitteisto käsittää välineet mainitun referenssitason jatkuvalle määrittämiselle oikein vastaanotettujen, ts. validien, radiolohkojen (10) perusteella, jolloin mainitut välineet on järjestetty korjaamaan referenssitasoa kunkin validin radiolohkon vastaanotossa mitatun signaalin voimakkuuden perusteella.

30

25

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että laitteisto käsittää välineet yleislähetyskanavan signaalin vastaanottamiseksi, joka on lähetetty ennaltamäärätyllä vakiolähetysteholla, ja että mainitut välineet on järjestetty korjaamaan referenssitasoa tämän signaalin vastaanotossa mitatun signaalin-

35



23

voimakkuuden perusteella, mikäli ennaltamäärätyn aikajakson kuluessa ei ole vastaanotettu valideja radiolohkoja.

- 5 26. Patenttivaatimuksen 24 tai 25 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että laitteisto käsittää välineet vastaanotetun analogisen signaalin voimakkuuden tason mittaamiseksi, ja että mainitut välineet on järjestetty korjaamaan signaalin vahvistusta määritetyn referenssitason perusteella ennaltamäärätyin väliajoin.
- 10 27. Jonkin patenttivaatimuksen 24 – 28 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että mainittu laitteisto on GPRS-verkossa toimiva langaton kommunikointiyksikkö.

L3

(57) Tiivistelmä:

Keksintö kohdistuu laitteiston ja menetelmään referenssitason määrittämiseksi vastaanotettavan ja erityisesti voimakkuudeltaan vaihtelevan radiotaajuisen signaalin automaattista vahvistuksen säätöä varten, jossa menetelmässä vastaanotetaan signaalin loogisella pakettiliikennekanavalla radiolohkoja (10), jotka on lähetetty ennaltamäärätyllä lähetysteholla ja käyttäen ennaltamäärätyä lähetystehon ohjaustapaa. Keksinnössä määritetään jatkuvasti mainittua referenssitasoa oikein vastaanotettujen, ts. validien, radiolohkojen (10) perusteella, jolloin referenssitasoa korjataan kunkin validin radiolohkon vastaanotossa mitatun signaalin voimakkuuden perusteella.

(Fig. 2)

L4

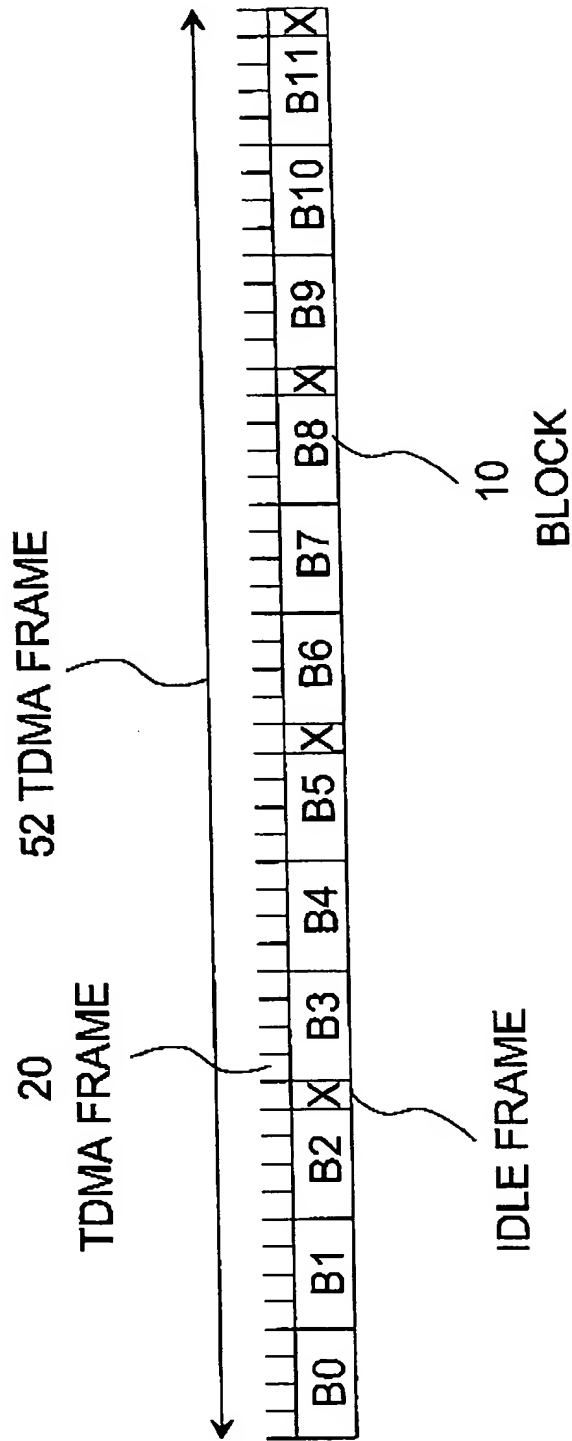


Fig. 1

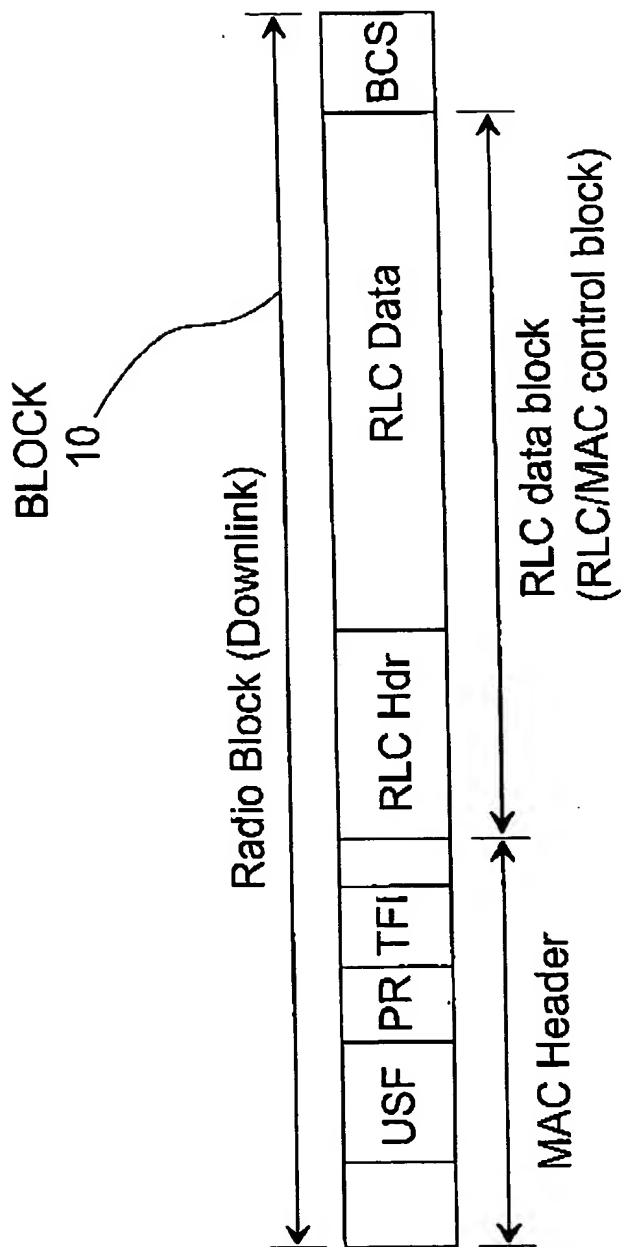


Fig. 2

## CERTIFICATE

I, Tuulikki Tulivirta, hereby certify that, to the best of my knowledge and belief, the following is a true translation, for which I accept responsibility, of Finnish Patent Application No. 20010439 filed on 5 March 2001.

Tampere, 24 January 2002



Tuulikki Tulivirta  
Certified Translator (Act 1148/88)

Tampereen Patenttitoimisto Oy  
Hermiankatu 6  
FIN-33720 TAMPERE  
Finland

The determination of a reference value for automatic gain control of a receiver communicating with a packet switched communication network

- 5 The present invention relates to a method according to the preamble of the appended claim 1. The invention relates to a device according to the preamble of the appended claim 24.

10 A wireless communication system generally refers to a communication system which makes a wireless data transmission connection possible between a wireless communication device (MS, mobile station) and stationary parts of the system, the user of the wireless communication device moving within the operating range of the system. A typical system is a public land mobile network PLMN. A majority of wireless  
15 communication systems belongs to so-called second-generation mobile communication systems, of which an example to be mentioned is the widely known circuit switched GSM mobile communication system (Global System for Mobile Telecommunications). The present invention is particularly suitable for mobile communication systems  
20 under development. As an example of such a communication system, in this description, the GPRS system (General Packet Radio Service) will be used, which is presently under development. It is obvious that the invention can also be applied in other systems which are based on packet systems, such as the GPRS system, or which utilize it (UMTS,  
25 Universal Mobile Telecommunication System).

In modern general mobile communication networks based on a cellular system, the system consists, in a known way, of several mobile stations (MS) applying the system, such as mobile phones, and a station-  
30 ary base station subsystem (BSS). This base station subsystem normally consists of several base transceiver stations (BTS) distributed over a geographical area, and each base station serves a cell which consists of at least a part of this geographical area.

- 35 For example, in the GSM system, communication between communication devices, such as a mobile station and a base station, is carried on logical radio channels. A packet switched system based on the

GSM system, the GSM GPRS system, makes communication more efficient, since the same logical radio channel can be used by several different mobile subscribers. Data is transmitted only when necessary, and the logical radio channel is not allocated to communication between one mobile station and one base station only. In the system, there is a so-called virtual data transmission connection between the mobile station and the GPRS system. The operating environment of the system is known as such and is widely defined in the ETSI standards, wherein a more detailed description will not be necessary. For using GPRS services, the MS will first log in the network (GPRS attach). The login forms a logical link between the wireless communication device and the serving GPRS support node SGSN.

The trouble-proof operation of the communication network and the efficient utilization of the available resources are only possible, if the power levels used in the transmissions by *e.g.* the base stations are as optimal as possible. In addition to this, demands are continuously set for the power consumption of the mobile station itself.

The basic idea of the GPRS system is to apply packet switched resource allocation, wherein resources, *e.g.* a logical radio channel, are allocated when there is a need to transmit and receive data and information. Thus, the use of available resources can be optimized to be as efficient as possible when compared with *e.g.* circuit switched GSM technology. The GPRS is designed to support applications which utilize discontinuous data transmission containing, intermittently, even large quantities of data. In the GPRS system, the allocation of channels is flexible, and 1 to 8 time slots of a channel, *i.e.* 1 to 8 physical channels, can be allocated to each wireless communication device within the scope of a TDMA frame. The term TDMA (Time Division Multiple Access) refers to the division of a radio frequency channel into successive time slots on the time level, known as such. The same resources can be allocated to several active mobile stations. U communication (uplink, *i.e.* communication from the mobile station to the base station) and D communication (downlink, *i.e.* communication from the base station to the mobile station) can be separately allocated to different users. In each time slot, an information packet with a definite duration

is transmitted as a radio frequency burst consisting of a set of modulated bits. The time slots are primarily used as control channels (CCH) and traffic channels (TCH). The traffic channels are primarily used for the transmission of speech and data, and the control channels are used for signalling between the BTS and the MS. One logical control channel is the BCCH (Broadcast Control Channel), which is used for broadcasting detailed information related to the communication network or the cell. This information relates, for example, to the frequencies used by the cell in question and by the adjacent cell, as well as to the surrounding cells, frequency hopping, channel combinations, and paging groups.

The most significant difference between the GPRS system and the circuit switched GSM system is the packet-based communication. A physical channel, so-called packet data channel PDCH, is allocated to packet communication in the GPRS system based on a cellular system. The logical channels contained in the PDCH channel (e.g. PDTCH/D, Downlink Packet Data Traffic Channel) are collected into a frame structure (Multiframe) consisting of repeatedly transmitted 52 TDMA frames (20) which are divided (PCDH/F, Full rate PDCH channel) further into 12 successive blocks (radio blocks), each comprising four frames (TDMA FRAME) as well as four extra frames (IDLE FRAME). The blocks 10 are indicated by blocks B0 to B11, respectively, as shown in Fig. 1. In Fig. 1, the idle frames are also indicated with the reference X. In D communication, these can be used for signalling.

The blocks 10 are further divided into the following parts shown in Fig. 2: MAC header (Medium Access Control Header), RLC data block (Radio Link Control Data Block) or RLC/MAC control block, and BCS block (Block Check Sequence). The RLC data block contains an RLC header and RLC data. The MAC header also comprises a USF field (Uplink State Flag). The terms LLC, RLC and MAC refer to different levels (protocol layers) in a protocol structure according to an OSI model (Open Structured Interface), known as such, which are described in more detail in the ETSI standard specifications.



For multiple access in D communication, a temporary flow identifier TFI is used in the data header. Each RLC header contains a TFI which is used to indicate the blocks addressed to a specific, given mobile station MS. According to the GPRS system, all the communication devices MS, which are waiting for data transmitted to them on the channel jointly allocated to them, receive all the blocks, including the RLC blocks, interpret the received information and the TFI, and select the blocks addressed to them.

During channel allocation, at the beginning of the data transmission, the MS is informed of the allocated blocks, during which transmission and reception is possible. The connection is set up either by means of a packet channel request PCR, which is transmitted by the mobile station to request for resources from the base transceiver station on the packet random access channel PRACH, or by means of a packet paging request PPR transmitted by the base transceiver station. The resources allocated for data transmission are indicated, for example, by means of a packet uplink assignment PUA or a packet downlink assignment PDA, containing *e.g.* a list of the available PDCH channels, the value of the USF field to be used, and a determined individual temporary flow indicator TFI which is added to each RLC block used in the communication. In the GPRS system, the mobile stations must be continuously ready for packet communication (Temporary Block Flow, TBF), wherein they must quickly shift from the so-called idle mode to the so-called packet transfer mode.

In digital TDMA systems, such as the GSM system, the mobile communication device continuously measures the signal strength on radio channels of the serving base station and the adjacent base stations, and transmits a measuring report to the base station. The measurements taken by the mobile communication device are typically, and in a way known as such, related to power control used in D communication, cell reselection or handover. Power control refers, for example, to the transmission power level used by the BTS for transmitting a radio signal to the MS.

In a way known as such, the MS maintains information about the received signal strength of the used BCCH radio channel by means of an average. This information and the calculated C parameter (normalized Rx level) are utilized in decisions related to cell reselection. The signal strength is measured in units of dBm. The averaging is based on at least five, normally six samples taken from the radio channel during one multiframe structure (52 TDMA frames). The rules for power control, the measurement, the calculation of the C value, and the modes A and B for the power control, which will be described in the following, are also defined in more detail for example in the ETSI specification (European Telecommunications Standards Institute) 3GPP TS 05.08 V8.6.0 (2000-09), particularly in the chapter: 10.2. RF Power Control, which is incorporated herein as a reference. The present invention for calculating the ARR parameter utilizes these same samples  $SS_n$  of the received signal level, Rx level.

One known technology used in mobile stations for controlling the gain of the receiver is the so-called AGC method (Automatic Gain Control), which has the function of tracing the effects caused by the mobility and the environment of the MS, for example, on the radio wave in connection with multipath propagation. These include, for example, reflections, frequency dependent drop-outs and attenuations, as well as various slow and fast changes. The signal levels are also changed as a result of BTS power control in D communication. In the invention, in turn, the operation of the AGC is based on tracing the Rx levels of the received signal, when the MS is receiving on the PDTCH channel. Both the PDTCH and the BCCH channels are traced. The MS must be capable of tracing changes in the received downlink signal in order to be able to interpret the information of the block, for example the TFI data, so that the MS can determine whether the block is addressed to it for reception. The aim is to set the gain level of the received analog RF signal before the AD (analog-to-digital) conversion and on a reference level suitable for input in the receiver of the MS. The dynamic range of the receiver is typically defined to be restricted above (15 dB) and below (20 dB) a specific reference level. The difference in the power levels between the frames can be as great as 30 dB.

According to the rules of the ETSI/3GPP specification in the GPRS system, constant power control is used for D communication on PDCH channels, which are used, for example, as PBCCH and PCCCH control channels. The power level can be lower on the PCCCH than on the BCCH channel (Broadcast Control Channel), the difference ( $P_b$ ) being indicated on the PBCCH channel. The PTCCH/D channel (Packet Transfer Control Channel) applies the same power level as the PBCCH channel, or if this is missing, the same power level as the BCCH channel. Thus, different frequencies must be allocated for the PCCCH and for the BCCH, because the BCCH frequency always has a constant power level. In the blocks of the other PCDH channels, it is possible to use power control in D communication. The power level is always the same during the bursts (4 bursts) of a single radio block.

In a known manner, two different control modes are used for the power control of the PDCH blocks: Mode A, and Mode B when fixed allocation is used only. In Mode A, the variation in the output power of the BTS is limited, whereas in Mode B, the whole range of variation of the output power of the BTS is in use. The used mode is indicated to the MS in connection with resource allocation (so-called Assignment message). In both modes, the so-called  $P_0$  parameter is used, which indicates the power reduction compared to the BCCH channel whose carrier can be continuously traced. The parameter  $P_0$  is also indicated in the Assignment message. The used mode and the value of  $P_0$  are not changed without new assignment messages when the MS is in packet transfer mode.

Each block of the PDTCH/D channel contains a PR field in the MAC header, to indicate the power level of said block, if it is in use and power control is used. There are two PR modes. In PR mode A (appended Table 1), the PR value is calculated on the basis of the output power level used by the BTS, when the block is addressed to a specific receiving MS. A  $P_0$  value is determined for each MS.

The PR value is calculated in relation to the  $P_0$  value of the MS in question. In PR mode B (appended Table 2), the same power level is used for each block and for each mobile station on the same PDCH

channel communicating (TBF) with the BTS. The P0 value indicates the power level of the first block on the PDCH, and the PR value is calculated in relation to the level of the BCCH.

Bits	Power reduction, Mode A
0 0	0 to 2 dB lower than BCCH level – P0
0 1	4 to 6 dB lower than BCCH level – P0
1 0	8 to 10 dB lower than BCCH level – P0
1 1	Not usable

TABLE 1

Bits	Power reduction, PR Mode B
0 0	0 to 6 dB lower than BCCH level
0 1	8 to 14 dB lower than BCCH level
1 0	16 to 22 dB lower than BCCH level
1 1	24 to 30 dB lower than BCCH level

TABLE 2

According to the GPRS specifications, the BTS transmits to the mobile stations in packet transfer mode at least one reference block, which conforms to the used mode, at certain intervals (78 TDMA frames). The reference block is also transmitted when the power control is not in use. In addition to this, if power control is used, in PR Mode A and PR Mode B, the reference block contains a usable PR field. In PR Mode A, valid, usable blocks only include blocks addressed to the MS in question and having a valid PR value, but in PR Mode B, the block does not need to be addressed to the MS in question.

For PDTCH configuration, *i.e.*, in a situation in which the MS is in GPRS packet transfer mode, no procedure is defined in prior art, for determining the reference value for the AGC function. It is an aim of the present invention to present this method.

The method according to the invention is presented in the independent claim 1. The device according to the invention is presented in the independent claim 24.

- 5      Advantageous embodiments of the invention are presented in the dependent claims.

10      In the method according to the invention, a reference value is continuously determined, which will, in this description, be referred to as the parameter AGC\_REF\_RXLEX (ARR-parameter), which thus describes the power level, Rx level, of the received signal. On the basis of the ARR parameter, it is possible to calculate new values for the gain in the AGC.

15      Consequently, when power control is in use, blocks addressed to the MS in question must be traced in PR Mode A (the blocks also including a PR field to indicate a predetermined power level), because the power levels of other blocks do not give the right picture of the variations (valid reference block). In PR Mode B, in turn, it is possible to trace all the received blocks (which contain a PR field) which can be addressed to anybody (valid reference block), because the power level is the same. When power control is not in use, it is not necessary to restrict to the tracing of the PR fields or to the tracing of blocks addressed (TFI) to the MS in question only, because all the blocks (valid reference block) are transmitted at the same predetermined power level. Consequently, the procedure according to the invention is thus suitable for different modes and also for the case in which power control is not in use.

30      The invention is based on facts to be presented in the following. Depending on the control mode of D communication, the Rx level of those blocks will be calculated, which can be used as valid AGC reference blocks according to the invention. This applies also to a situation in which no power control is used. When the BTS uses power control, 35      the valid blocks are determined on the basis of the PR fields (and, if necessary, also the TFI fields) of the block. All the blocks which have been correctly (flawlessly) received can be used as valid reference

blocks, when D power control is not used by the BTS. At least the PR and, if necessary, also the TFI are correctly received. By using all the possible valid reference blocks of the PDTCH carrier (Packet Data Traffic Channel), a more reliable estimate is received of the RSSI level (Received Signal Strength Indicator) of the carrier, which is further used for estimating the correct gain. Alternatively, it would be possible to use, for example, only the BCCH channel for estimating the Rx level of the PDTCH channel, but an error would be caused in the estimate, due to frequency selective fading.

In the GPRS system, however, it is not known beforehand, how often the MS really receives valid reference blocks. According to the invention, the values of the Rx levels of these received blocks are averaged (within time), particularly by using a filter with a variable length. Thus, the period of time used for averaging remains substantially constant. A filter with a variable length makes a quick adaptation to the correct carrier RSSI level possible in situations in which the RSSI level varies quickly. The variable length is also used for the reason that the number and interval of received reference blocks is not known beforehand.

During PDTCH communication, also the carrier level of the BCCH channel of the serving BTS is traced. The carrier is traced at determined intervals, and the samples are averaged with respect to time. If the MS does not, for any reason, receive valid reference blocks within a set time (particularly 78 TDMA frames), the BCCH carrier level is used as a help to estimate the PDTCH carrier level for the AGC. The use of the BCCH channel as an auxiliary reference supports the function of the AGC particularly in situations, in which the MS, for any reason, cannot correctly decode the blocks transmitted by the BTS (so-called CRC check-up) and, therefore, does not receive sufficiently valid reference blocks.

In the known circuit switched GSM system, in turn, the AGC of traffic channels (TCH) has been possible with simpler algorithms, because there is always communication on *e.g.* the SACCH channel (Slow Associated Control Channel) and in the SID frame (Silence Indicator) and, on the basis of the frame number, the MS knows better their

moment of time, wherein the Rx level of the bursts of these frames can be used for implementing the AGC algorithm. When a traffic channel is allocated for an MS, also an SACCH channel is always related to it, for the transmission of information relating to the maintenance of the channel and the data transmission connection. The averaging of Rx levels of bursts in relation to time is used, but there has not been a need for a varying filter length, because the number of received reference bursts within the period of time has been constant. Instead, there are no known solutions for the calculation of reference values of GPRS traffic channels (PDTCH) for the AGC.

The invention will be described with reference to the appended drawings, in which:

Fig. 1 shows a frame structure of prior art, particularly the frame structure of the GPRS system, and

Fig. 2 shows a block structure of prior art, particularly the structure of a radio block in the GPRS system.

We shall next discuss the tracing of the Rx level of the BCCH channel, which is performed in both modes of the power control (Modes A and B). The Rx level is traced for determining the reference Rx level for the AGC. The BCCH channel of the serving base station is traced with a running average, which complies with formula (1):

$$(1) \text{ } BCCH\_RA\_n = (1 - a) * (BCCH\_RA\_n - 1) + a * NEW\_BCCH\_SAMPLE ,$$

in which the **BCCH\_RA\_n** is the running average of the Rx level of the BCCH after **n** samples, **a** is calculated by the formula  $1/\text{MIN}(n, BCCH\_RA\_FILT\_LEN)$ , in which MIN refers to the smallest alternative, and **NEW\_BCCH\_SAMPLE** is a sample of the Rx level of the BCCH. The samples used are the same as, for example, in the calculation of the C value. A difference is, however, the so-called forgetting factor in the calculation, that is,  $1/BCCH\_RA\_FILT\_LEN$ , which can now be freely selected. In the calculation of the C value, the factor is set by the network. The calculation of **BCCH\_RA\_n** is started/initialized, when the

MS starts to prepare the beginning of data transmission and is transferred from the DRX state to the non-DRX state, and is maintained as long as the MS is in the non-DRX state.

5 We shall next discuss the tracing of the Rx level in the power control of Mode A, wherein the aim is to determine the ARR parameter which corresponds to the transmission power level of the BTS on the level BCCH-P0. The network must transmit a reference block at certain intervals (at least once within a sequence of 78 TDMA frames). Nor-  
10 mally, when the MS receives blocks whose Rx level can be used for the AGC according to the rules of D power control, the ARR parameter is calculated by using the running average of the Rx levels of the blocks in question. The BTS transmission power of the blocks is known by means of the PR field, and the measured Rx levels of the reference  
15 blocks can be mapped to correspond to the transmission power on the level *BCCH-P0*. The length, in time, of the sequence of calculating the average is kept substantially constant by changing the filter length of the calculation of the average, which is dependent on the frequency of occurrence of AGC reference blocks which is, for example, 78 TDMA  
20 frames. If the MS does not, for any reason, receive reference blocks during 78 TDMA frames, the ARR parameter value is adapted to the level *BCCH\_RA\_n-P0*.

In the following, we describe the algorithm of Mode A in more detail.

25 In the algorithm according to the invention, the reference Rx level intended for the AGC is traced in the PDTCH configuration, that is, when the MS is in the GPRS transfer state. The gain is calculated for the next beginning block period (78 frames), after **AGC\_REF\_RXLEV**  
30 has first been updated by using the algorithm. In PR Mode A, all the correctly received RLC blocks addressed to the MS and having a valid PR field can be used as reference blocks. In PR Mode B, all the correctly received RLC blocks having a valid PR field can be used as reference blocks. At the beginning of the PDTCH configuration, the value  
35 **AGC\_REF\_RXLEV** is set to the value *BCCH\_RA\_n-P0*.



The constant **REF\_RXLEV\_FILT\_LEN\_A** used in the algorithm is the filter length for the calculation of the running average in Mode A. **AGC\_UPDATE\_INTERVAL** is an interval in blocks, indicating how often **AGC\_REF\_RXLEV** must be updated, if MS has not received blocks addressed to it. At present, the interval is 78 TDMA frames, or 18 radio blocks. **X** and **Y** are constants for weighting the level **BCCH\_RA\_n** in the estimation of the Rx level, when no valid reference blocks have been received. The variable **BLOCKS\_RXLEVS\_A** used in the algorithm is the measured average of the Rx level of the reference blocks in units of dBm and during the preceding block period as well as compensated on the basis of data on the PR field, to correspond to the level BCCH-P0. The Rx level of the block is compensated for by adding to it 1, 5 or 9 dB, depending on the value of the PR field (00, 01, 10). The variable has a valid value only when the MS has received reference blocks during the preceding block period. **MAX\_BLK\_RXLEV** is the maximum Rx level of the block after the latest valid reference block. **RA\_CNTR** is a counter for the calculation of the running average, having an initial value of zero. **P0** is the P0 value (dB) given by the network. **PRE\_AGC\_UPDT\_CNTR** is a counter indicating how many blocks ago the preceding value **AGC\_REF\_RXLEV** was updated. A temporary variable **a** is used to transmit the forgetting factor for the calculation of the running average.

In the following, the pseudo code of the algorithm will be presented, to illustrate the details and operating principles of the invention. The algorithm is always performed once at the end of a block period, after the received blocks have been decoded. It should be noted that the pseudo codes presented in the description are combined, if necessary, to form an entity and, if necessary, it is supplemented with a pseudo code to implement other operations according to the description. In the IF block, it is first examined, if reference blocks for the AGC were received during the preceding block period (TRUE).

IF TRUE;

**RA\_CNTR** = MIN(**RA\_CNTR** + 1,  
**AGC\_REF\_RXLEV\_FILT\_LEN\_A**);  
**a** = 1/**RA\_CNTR**;

```

AGC_REF_RXLEV = a × BLOCKS_RXLEV_A + (1 - a) ×
AGC_REF_RXLEV;

PRE_AGC_UPDT_CNTR = 0;
ELSE;
5 PRE_AGC_UPDT_CNTR = PRE_AGC_UPDT_CNTR + 1;
  IF (RA_CNTR > AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN /
PRE_AGC_UPDT_CNTR);

    RA_CNTR = RA_CNTR - 1;
  ENDIF;
10 IF (RA_CNTR > AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN / 2);
    RA_CNTR = RA_CNTR - 2;
  ENDIF;
  IF (PRE_AGC_UPDT_CNTR = AGC_UPDATE_INTERVAL);
    AGC_REF_RXLEV = (X × (BCCH_RA_n -
15 P0) + Y × AGC_REF_RXLEV) / (X + Y);
    PRE_AGC_UPDT_CNTR = 0;
  ENDIF;
ENDIF;

```

- 20 We shall next discuss the tracing of the Rx level in the power control of Mode B, wherein the MS is first set to wait for an RLC block which is addressed to it and whose Rx level corresponds to the level BCCH-P0 used for the transmission, *i.e.*, according to the formula  $AGC\_REF\_RXLEV = BCCH\_RA\_n - P0$ . After this, **AGC\_REF\_RXLEV**
- 25 is calculated as a running average from the RLC reference blocks, by using a filter with a variable length in the calculation of the running average. In the PR Mode B, all the blocks having a PR field are valid. In the PR Mode A, only the blocks which have a PR field and which are addressed to the MS in question, are valid. Similarly to Mode A (PR
- 30 Mode B), other blocks than own blocks are available for calculating and describing the running average. The difference between the calculated and the real Rx levels can be, at its worst, 6 dB, and the compensation is thus less accurate than in Mode A. Another difference to Mode A is that if the MS does not receive the reference block during the prede-
- 35 termined 78 TDMA frames, the ARR parameter is updated by using the change that took place in the value **BCCH\_RA** and after the last received reference block.

The following is a more detailed description of the algorithm of Mode B.

The gain is calculated for the next beginning block period after **AGC\_REF\_RXLEV** has been updated by using the algorithm. All the correctly received blocks which are addressed to the MS and which have a valid PR field can be used as reference blocks for the AGC. Before the beginning of the PDTCH configuration, the value **AGC\_REF\_RXLEV** is set to the value **BCCH\_RA\_n-P0**.

The constant **REF\_RXLEV\_FILT\_LEN\_B** used in the algorithm is the filter length for filtering the running average (*i.e.* the inverse value of the forgetting factor) and for calculating it in Mode B. The variable **BLOCKS\_RXLEVS\_B** used in the algorithm is the measured average of the Rx level of the reference blocks in the preceding block period, in units of dBm, wherein the blocks which are not addressed to the MS are compensated for by using the PR value, if the PR value differs from its own PR value which was used last. Thus, the compensated Rx level (dBm) is obtained by reducing from the PR value the last own PR value, by multiplying the result with the constant 8 (dB), and by adding the result to the Rx level. The constant 8 is obtained from the difference between two successive PR values of the Rx level. The principle is that compensation is not performed for own blocks and for those foreign blocks which have the same PR value as in the latest own block. The compensation is only performed for foreign blocks having a different PR value. The use of foreign blocks as a reference is only applied in PR Mode B. The tracing of the ARR value is described to correspond to the own transmission which is performed on some level BCCH-X. In PR Mode B, all the blocks with a PR field are suitable for use as references. In PR Mode A, only the blocks addressed to the MS (and containing a PR field) are valid.

In the following, the pseudo code of the algorithm will be presented, to illustrate the details of the invention. In the IF block, it is first examined, if reference blocks for the AGC were received during the preceding block period (TRUE).

IF TRUE;

RA\_CNTR = MIN(RA\_CNTR + 1,  
AGC\_REF\_RXLEV\_FILT\_LEN\_B);

a = 1/RA\_CNTR;

5 AGC\_REF\_RXLEV = a × BLOCKS\_RXLEV\_B + ( 1 – a ) ×  
AGC\_REF\_RXLEV;

PRE\_AGC\_UPDT\_CNTR = 0;

LAST\_AGC\_REF\_LEVEL = AGC\_REF\_LEVEL;

LAST\_BCCH\_RA = BCCH\_RA\_n

10 ELSE;

PRE\_AGC\_UPDT\_CNTR = PRE\_AGC\_UPDT\_CNTR + 1;

IF (RA\_CNTR > AGC\_REF\_RXLEV\_FILT\_LEN /  
PRE\_AGC\_UPDT\_CNTR);

RA\_CNTR=RA\_CNTR – 1;

15 ENDIF;

IF (RA\_CNTR > AGC\_REF\_RXLEV\_FILT\_LEN / 2);

RA\_CNTR=RA\_CNTR -2;

ENDIF;

IF (PRE\_AGC\_UPDT\_CNTR = AGC\_UPDATE\_INTERVAL);

20 PRE\_AGC\_UPDT\_CNTR = 0;

AGC\_REF\_RXLEV = LAST\_AGC\_REF\_RXLEV –  
LAST\_BCCH\_RA + BCCH\_RA\_n;

ENDIF;

ENDIF;

25

We shall next discuss a situation in which the BTS does not use power control in D communication, that is, Mode A or Mode B is not in use.

30 The BTS will thus transmit at a constant power level BCCH-X, in which X is normally the Pb value, but it may also differ from this. Thus, before the beginning of the PDTCH configuration, the value **AGC\_REF\_RXLEV** is set to the value **BCCH\_RA\_n–Pb**. The ARR parameter is calculated by using a running average and a filter with a variable length, as in Modes A and B. If the MS does not receive  
35 reference blocks during a period comprising 78 TDMA frames, **AGC\_REF\_RXLEV** is updated by using the maximum Rx level of an incorrect block, which is thus a sample for calculating the average.

5

10

20

25

$$RA\_CNTR = \min(RA\_CNTR + 1, AGC\_REF\_RXLEV\_FLT\_LEN\_C);$$
$$a = 1/RA \text{ CNTR};$$

30

```
PRE_AGC_UPDT_CNTR = 0;
```

MAX ERR BLOCKS RXLEV = VERY SMALL RXLEV:

*ELSE:*

35

```
IF (RA_CNTR > AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN /  
PRE_AGC_UPDT_CNTR);
```

17

```

    RA_CNTR = RA_CNTR - 1;
ENDIF
IF (RA_CNTR > AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN / 2)
    RA_CNTR = RA_CNTR - 2;
5  ENDIF;
IF (ERR_BLOCKS_MAX_RXLEV < MAX(BLOCKS_RXLEVS[]));
    ERR_BLOCKS_MAX_RXLEV = MAX(BLOCKS_RXLEVS[]);
ENDIF
IF (PRE_AGC_UPDT_CNTR = AGC_UPDATE_INTERVAL)
10    RA_CNTR = MIN (RA_CNTR + 1,
                    AGC_REF_RXLEV_FILT_LEN_C);

    a = 1/RA_CNTR;
    AGC_REF_RXLEV = a × MAX_ERR_BLOCKS_RXLEV + (1-a)
15    AGC_REF_RXLEV;

    PRE_AGC_UPDT_CNTR = 0;
    MAX_ERR_BLOCKS_RXLEV = VERY_SMALL_RXLEV;
ENDIF
ENDIF
20

```

20 We shall next discuss clipping control, which is necessary to be able to react to very fast changes in the Rx level in Modes A and B. If the properties of the radio channel change very randomly so that very fast changes take place in the Rx level, the tracing of the running reference

25 Rx level will not be sufficient. The control will first determine a lower limit and an upper limit for the receiving window of the gained and AD converted signal of the MS, between which the Rx levels of the received bursts should be when they belong to valid blocks. Clipping will take place, if the signal level of a single burst exceeds the upper

30 limit, and inverse clipping will take place, if the average of the Rx levels of the two preceding bursts is below the lower limit. After the clipping, the gain is immediately corrected to the right level, to receive other bursts of the block. By this method, the gain can be adapted once or several times but normally only once during a block period. The gain is

35 adapted only once during the same block period. After the block (or blocks) has been received and decoded, it is checked if the burst (or bursts) is valid for clipping control, that is, if the block which caused the

clipping is a block addressed to the MS and if it is a block valid as a reference according to the power control modes. If the clipped block is valid, the ARR parameter is updated according to the principles to be described in the following.

5

In the following, the pseudo code of the clipping algorithm will be presented. The algorithm is performed before the algorithms described above, or at the beginning of the first IF unit. In the IF block, it is first examined, if cutting has taken place (TRUE). In Mode A, and when  
 10 power control is not in use, it is possible to use all blocks for the clipping control, including blocks which have been received incorrectly, but in Mode B, addressed blocks only. In the inverse clipping algorithm, it is only possible to use AGC reference blocks which are valid according to the power control modes (including also the alternative with no  
 15 power control). The ARR is always corrected after clipping or inverse clipping, for a block valid for clipping control. The value of the constant *CLIP\_CORRECTION\_UP* or *CLIP\_CORRECTION\_DOWN* (in dB) also tells how much the ARR value is corrected when clipping up or down takes place.

20

*IF TRUE;*

*AGC\_REF\_RXLEV = AGC\_REF\_RXLEV +*  
*CLIP\_CORRECTION\_UP;*

*ENDIF;*

25

In case of inverse clipping, the pseudo code is presented as follows. The algorithm is performed before the algorithms described above, or at the beginning of the first IF unit. In the IF block, it is first examined, if cutting has taken place (TRUE).

30

*IF TRUE;*

*AGC\_REF\_RXLEV = AGC\_REF\_RXLEV -*  
*CLIP\_CORRECTION\_DOWN;*

*ENDIF;*

35

In the GPRS system, the allocation of channels is very flexible; for example, 1 to 2 time slots of a channel, or 1 to 8 logical channels, can

be allocated to each wireless communication device MS within the scope of a TDMA frame. Thus, in the so-called multislot configuration, and irrespective of the power control mode, the gain is set the same for each allocated time slot and, at the beginning of the block, the required gain is calculated from the ARR parameter. In case of clipping, the gains for different time slots may thus differ from each other during the rest of the block period. Before the beginning of the next block, the gain is determined again from the ARR value and is set the same for each time slot.

10

The present invention is not limited solely to the above-presented embodiments, but it can be modified within the scope of the appended claims.

15



Claims:

- 5 1. A method for determining a reference level for automatic gain control of a radio frequency signal to be received, particularly having a varying strength, in which method radio blocks (10) are received on a logical packet data traffic channel of a signal, which radio blocks (10) have been transmitted with a predetermined transmission power and by using a predetermined way of controlling the transmission power,  
10 **characterized** in that said reference level is continuously determined on the basis of correctly received, *i.e.*, valid radio blocks (10), wherein the reference level is corrected on the basis of the signal strength measured during the reception of each valid radio block.
- 15 2. A method according to claim 1, **characterized** in that the reference level is corrected by calculating its running average with respect to time.
- 20 3. A method according to claim 2, **characterized** in that the running average is calculated by using filtering with a variable length, wherein the period, during which the average is calculated, is preferably kept constant, depending on the frequency of occurrence of valid radio blocks.
- 25 4. A method according to claim 2 or 3, **characterized** in that by using the running average, a predetermined number of valid radio blocks is calculated as a forgetting factor.
- 30 5. A method according to any of the claims 1 to 4, **characterized** in that a signal of a broadcasting channel is received, which is transmitted at a predetermined constant transmission power, and that the reference level is corrected on the basis of the signal strength measured during the reception of this signal, if no valid radio blocks have been received during the predetermined period of time.

6. A method according to claim 5, **characterized** in that the running average of the signal strength of the broadcasting channel is calculated with respect to time.
- 5 7. A method according to claim 6, **characterized** in that filtering with a variable length is calculated by using the running average of the strength.
- 10 8. A method according to any of the claims 5 to 7, **characterized** in that said broadcasting channel is the BCCH channel of the GPRS network.
- 15 9. A method according to any of the claims 5 to 8, **characterized** in that the signal strength is determined by using samples taken from the signal of the broadcasting channel.
- 20 10. A method according to any of the claims 1 to 5, **characterized** in that for the determination, such valid radio blocks are selected which are received at intervals of a predetermined period, for synchronization of the receiver and the communication network.
- 25 11. A method according to any of the claims 5 to 10, **characterized** in that said period of time is a period comprising 18 successive radio blocks in the GPRS network.
- 30 12. A method according to any of the claims 5 to 11, **characterized** in that on the basis of the transmission power information contained in the valid radio block, the measured signal strength of the radio block is compensated to a predetermined level which is proportional to the signal strength of the broadcasting channel, when the transmission power levels of the radio blocks vary.
- 35 13. A method according to any of the claims 1 to 12, **characterized** in that the address information and the transmission power information contained in the valid radio block are interpreted to determine the recipient of the radio block and the used transmission power, respectively.

14. A method according to claim 13, **characterized** in that for the determination, such valid radio blocks are selected which are addressed to a specific recipient and which contain transmission power information, when the transmission power varies between recipients and the transmission powers of the radio blocks vary.

15. A method according to claim 13, **characterized** in that for the determination, such valid radio blocks are selected which are addressed to different recipients and which contain transmission power information, when the transmission power remains the same among recipients and the transmission powers of the radio blocks vary.

16. A method according to any of the claims 1 to 3, **characterized** in that for the determination, such valid radio blocks are selected which are addressed to different recipients, when the transmission power remains the same among recipients and the transmission powers of the radio blocks remain constant.

17. A method according to any of the claims 1 to 3, **characterized** in that the reference level is corrected on the basis of the maximum signal strength measured from incorrectly received radio blocks, if, within a predetermined period of time, no valid radio blocks have been received during the maximum interval of occurrence of the reference blocks.

18. A method according to any of the claims 1 to 17, **characterized** in that the reference level is corrected by a predetermined value, when clipping has occurred in the reception of a valid radio block when the signal strength is below a set minimum limit or above a set maximum limit.

19. A method according to any of the claims 1 to 18, **characterized** in that radio blocks are received on two or more logical packet data traffic channels, which radio blocks have been transmitted at a predetermined transmission power and by using a predetermined method of transmission power control, and that said reference level is continuously determined on the basis of valid radio blocks and for each of said channels.

20. The method according to any of the claims 1 to 9, **characterized** in that a wireless communication unit is used to receive valid radio blocks transmitted by a base transceiver station of a packet switched communication network based on a cellular system.

21. A method according to claim 20, **characterized** in that the strength level of the analog signal received in said unit is measured, and the signal gain is corrected on the basis of the determined reference level.

22. A method according to any of the claims 1 to 21, **characterized** in that said packet data traffic channel is the PDTCH/D channel of the GPRS network.

23. A method according to any of the claims 1 to 22, **characterized** in that said control method is constant power control used by the GPRS network in downlink data transmission, power control according to mode A, or power control according to mode B.

24. A device for determining a reference level for automatic gain control of a radio frequency signal to be received, particularly having a varying strength, which device comprises means for receiving, on a logical packet data traffic channel of a signal, radio blocks (10) which have been transmitted with a predetermined transmission power and by using a predetermined way of controlling the transmission power, **characterized** in that the device comprises means for continuous determination of said reference level on the basis of correctly received. *i.e.*, valid radio blocks (10), wherein said means are arranged to correct the reference level on the basis of the signal strength measured during the reception of each valid radio block.

25. A device according to claim 24, **characterized** in that the device comprises means for receiving the signal of a broadcasting channel, which has been transmitted at a predetermined constant transmission power, and that said means are arranged to correct the reference level on the basis of the signal strength measured during the reception of

this signal, if no valid radio blocks have been received during the pre-determined period of time.

- 5 26. A device according to claim 24 or 25, **characterized** in that the device comprises means for measuring the strength level of a received analog signal, and that said means are arranged to correct the signal gain on the basis of the determined reference level at predetermined intervals.
- 10 27. A device according to any of the claims 24 to 28, **characterized** in that said device is a wireless communication unit operating in the GPRS network.

Abstract:

The invention relates to a device and a method for determining a reference level for automatic gain control of a radio frequency signal to be received, particularly having a varying strength, in which method radio blocks (10) are received on a logical general packet data traffic channel of a signal, which radio blocks have been transmitted with a predetermined transmission power level and by using a predetermined way of controlling the transmission power level. In the invention, said reference level is continuously determined on the basis of correctly received or valid radio blocks (10), wherein the reference level is corrected on the basis of the signal strength measured during the reception of each valid radio block.

(Fig. 2)

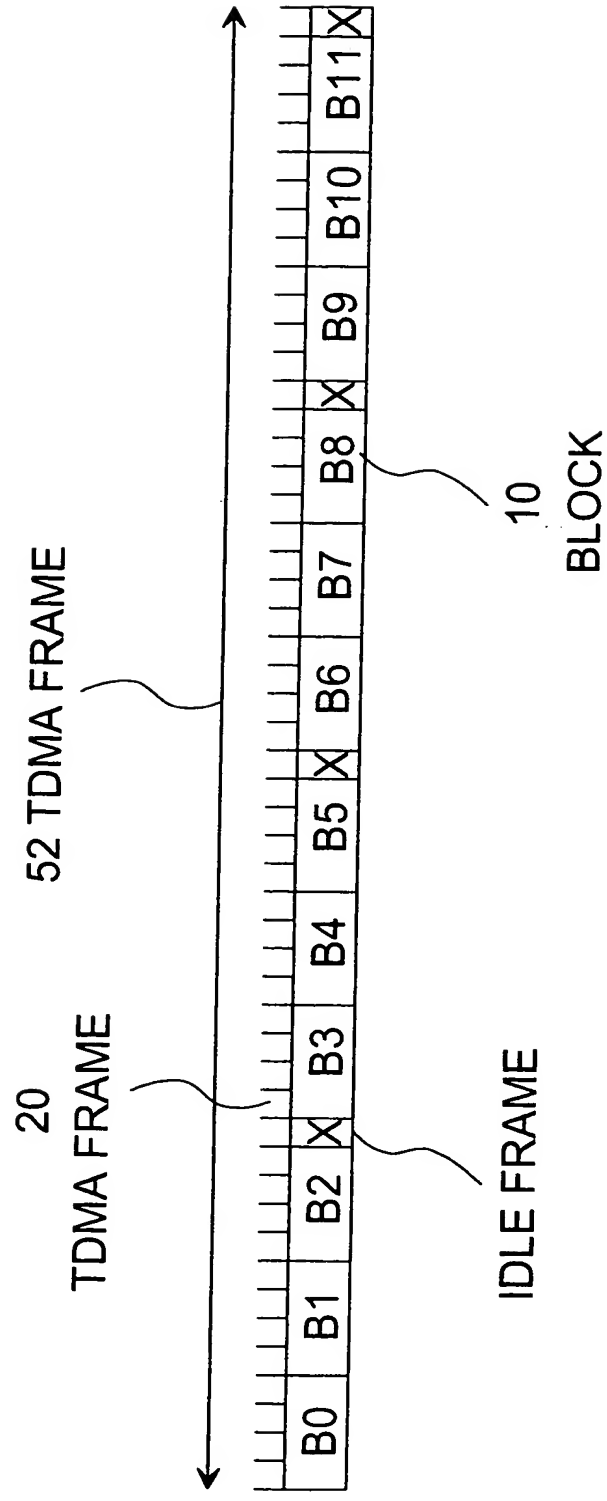


Fig. 1

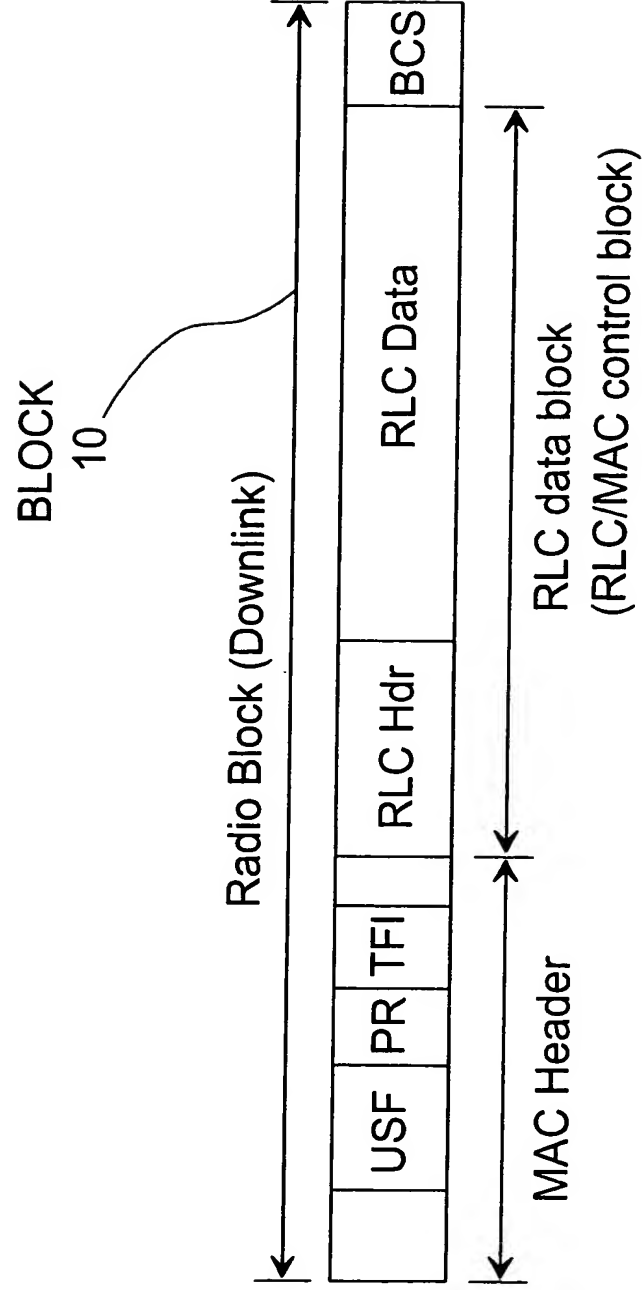


Fig. 2